

**PEYZAJ UYGULAMALARINDA OTOMATİK SULAMANIN ÖNEMİ VE ANKARA KENT
ÖRNEĞİNDE UYGULANMASININ İRDELENMESİ**

Cem KÜÇÜKSAYAN

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Eylül 2010**

KABUL:

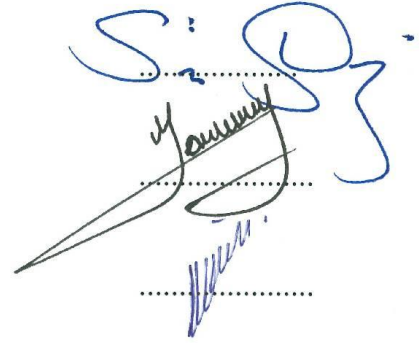
Cem Küçüksayan tarafından hazırlanan “PEYZAJ UYGULAMALARINDA OTOMATİK SULAMANIN ÖNEMİ VE ANKARA KENT ÖRNEĞİNDE UYGULANMASININ İRDELENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.

14.09.2010

Başkan: Prof.Dr. Sümer GÜLEZ (BÜ)
(Tez Danışmanı)

Üye : Prof.Dr. Metin TUNAY (BÜ)

Üye : Yrd.Doç.Dr. Bülent CENGİZ (BÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

8../10/2010



Doç. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Cem KÜÇÜKSAYAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PEYZAJ UYGULAMALARINDA OTOMATİK SULAMANIN ÖNEMİ VE ANKARA KENT ÖRNEĞİNDE UYGULANMASININ İRDELENMESİ

Cem KÜÇÜKSAYAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Sümer GÜLEZ

Eylül 2010, 117 sayfa

Su hayatın devamı için vazgeçilmez en önemli kaynaklardan biridir. İnsanoğlu yaşamının devamı için suya doğrudan ve dolaylı olarak gereksinim duyulmaktadır. Park ve bahçelerde bitkilerin normal gelişim için gereksinim duyulan ve büyüme mevsimi boyunca toprakta bulunması gereken suyun temin kaynaklarından ilki doğal yağışlardır. Ancak kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bitki büyüme mevsimi boyunca düşen yağışlar hem miktar, hem de dağılım bakımından yetersiz kalmakta, dolayısıyla normal bitki su gereksinimi bu yoldan karşılanamamaktadır. Bu durumda sulama suyuna gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle sulama; peyzajda bitkilerin gelişimi ve bakımı açısından son derece önem taşımaktadır. O halde, bitki su gereksiniminin doğal yağışlarla karşılanamadığı yer ve durumlarda sulama söz konusu olmaktadır.

ÖZET (devam ediyor)

Bu çalışmada; peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılacak sulama sisteminin belirlenmesi ve planlanabilmesi için, alana ait iklim, toprak özellikleri ile projede kullanılacak bitkisel materyalin yaklaşık su tüketiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmada; öncelikle sulama sistemleri ve ekipmanları konusunda bilgiler verilerek peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama yöntemleri ve planlanması detaylı olarak incelenmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Ankara kentinde farklı peyzaj alanlarına göre sulama uygulamalarındaki değişme şekli ve miktarı, karşılaştırma sonuçları ve seçim kriterleri analiz edilerek belirlenmiş, farklı peyzaj uygulamaları için farklı sulama yöntem, sistem ve teknikler incelenerek, sulama sistemlerinin farklı kullanım alanlarındaki tasarım, konstrüksiyon, işletme ve bakım yolları saptanmıştır. Sonuç olarak; her peyzaj kullanımı, tasarım ve planlanması için sulama tekniğinin değişim gösterdiği ve ayrıca peyzaj alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafik özelliklerin sulama sisteminin seçimini değişik oranlarda etkilediği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Peyzaj uygulamaları, otomatik sulama, Ankara

Bilim Kodu : 502.11.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

IMPORTANCE OF AUTOMATIC IRRIGATION IN LANDSCAPE APPLICATIONS AND INVESTIGATION OF ITS IMPLEMENTATION WITH THE CASE OF ANKARA CITY

Cem KÜÇÜKSAYAN

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Landscape Architecture

Thesis Advisor: Prof.Dr. Sümer GÜLEZ

September 2010, 117 pages

Water is one of the most important source of life. Human beings need water directly or indirectly in order to survive. Natural precipitation is the first source of water needed for usual growth of plants at parks and garden; and water is needed in soil during growth season. However, at arid and semi-arid climatic regions, precipitation is inadequate in both terms of the amount and the distribution. Therefore, usual water need cannot be provided by precipitation. Hence, irrigation water is gained in landscaping for growth of plants. That is the case where natural precipitation is not sufficient for needed water.

In this study; the climate of the area, soil features and approximate consumption of the water to use plant material used in the project are aimed to be defined in order to plan the irrigation system in the case area. Therefore, in the study; primarily, information about irrigation

ABSTRACT (continued)

systems and their equipments have been given then pressurized irrigation methods and their planning used in the landscape areas have been investigated in detail. In the case area, Ankara City changing form and amount in the irrigation applications with respect to different areas, its comparison results and selection criteria defined by analyzing; design, construction, operation and maintenance methods of irrigation systems in different areas described by investigating different irrigation methods, systems and techniques for different landscape applications. In conclusion, irrigation techniques have been varied for each landscape usage, design and plan and have also seen that the elements in the lanscape areas and geographical features was affected on the selections of irrigation systems in different ratios.

Key Words: Landscape applications, automatic irrigation, Ankara

Science Code: 502.11.01

TEŞEKKÜR

“Peyzaj Uygulamalarında Otomatik Sulamanın Önemi ve Ankara Kent Örneğinde Uygulanmasının İrdelenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Sümer GÜLEZ’e (Bartın Üniversitesi) teşekkür ederim.

Tez jürime katılan hocam, sayın Prof. Dr. Metin TUNAY’a (Bartın Üniversitesi) ve hocam, sayın Yrd. Doç.Dr. Bülent CENGİZ’e (Bartın Üniversitesi) teşekkür ederim.

Çalışmam süresince görüş ve bilgilerinden yararlandığım Yenimahalle Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü’nden Ziraat Mühendisi Yavuz İYİİŞ ve Ziraat Mühendisi Cumhuri ÇOKER’e ve Ziraat Mühendisi Ahmet DÜLGER’e teşekkür ederim.

Tez ve arazi çalışmam boyunca her zaman yanımda olan, ilgi ve yardımlarını, maddi-manevi desteğini ve sabırlarını esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Cem KÜÇÜKSAYAN

Bartın, 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 KURAMSAL TEMELLER	4
2.1 BİTKİ, TOPRAK VE SU İLİŞKİLERİ	4
2.1.1 Toprakta Suyun Tutulması	5
2.1.2 Bitkilerin Yararlanması Bakımından Toprak Neminin Tanıtımı ve Sınıflandırılması.....	6
2.2 TOPRAK-SU İLİŞKİLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	7
2.2.1 Suyun Bitkiler İçin Önemi.....	8
2.2.2 Toprak Suyu ile Bitkiler Arasındaki İlişkiler Üzerinde Etkili Faktörler	9
2.2.3 Toprak Suyu ile Bitki Gelişimi Arasındaki İlişkiler	10
2.3 SULAMA YÖNTEMLERİNİN PLANLANMASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	10
2.3.1 Arazinin Şekli ve Topografik Yapısı	10
2.3.2 İklim Özellikleri.....	11
2.3.2.1 Yağış.....	11
2.3.2.2 Sıcaklık	12

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
2.3.2.3 Rüzgâr.....	12
2.3.3 Toprak Koşulları	13
2.3.4 Bitki Özellikleri ve Sulama Suyu Gereksinimi.....	14
2.3.5 Mevcut Sulama Süresi.....	16
2.3.6 Binaların, Ağaçların ve Diğer Nesnelerin Konumu	17
2.3.7 Su Kaynağı.....	17
2.3.8 Su Kalitesi.....	17
2.3.9 Farklı Toprak Sınıfları.....	18
2.3.10 Maliyet.....	20
2.4 OTOMATİK SULAMA SİSTEMLERİ	21
2.4.1 Yağmurlama Sulama Sistemi	22
2.4.1.1 Yağmurlama Sulama Sistemi Temel Öğeleri	23
2.4.1.2 Yağmurlama Sulama Sistemi Avantaj ve Dezavantajları.....	41
2.4.2 Damla Sulama Sistemi.....	43
2.4.2.1 Damla Sulama Sistemi Temel Öğeleri	44
2.4.2.2 Damla Sulama Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları.....	55
2.5 OTOMATİK SULAMA SİSTEMLERİNİN PLANLAMASI.....	53
2.5.1 Yağmurlama Sulama Sistemini Planlama İlkeleri.....	56
2.5.2 Damla Sulama Sistemini Planlama İlkeleri.....	56
BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM	57
3.1 ARAŞTIRMA ALANLARININ TANITIMI	57
3.1.1 Araştırma Alanların Coğrafi Konumu.....	57
3.1.2 Araştırma Alanların Topografyası	60
3.1.3 Araştırma Alanların İklim Özellikleri	60
3.1.4 Araştırma Alanların Toprak Özellikleri	61
3.1.5 Araştırma Alanlarının Peyzaj Tasarım ve Sulama Projeleri.....	61
3.2 YÖNTEM.....	71
3.2.1 Araştırma Alanlarının İkliminin Belirlenmesi.....	72
3.2.2 Araştırma Alanlarının Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi.....	73

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
3.2.3 Araştırma Alanlarının Bitki-Su Tüketiminin Saptanması	73
3.2.4 Araştırma Alanlarına Uygun Sulama Sisteminin Belirlenmesi	75
3.2.4.1 Başlık Tipinin Belirlenmesi.....	76
3.2.4.2 Başlık Düzeni.....	77
3.2.4.3 Yağmurlama Hızı ve Hesaplanması	80
3.2.4.4 Yağmurlama Başlıklarını Seksiyonlarına Ayırma	81
3.2.4.5 Boru Tipinin Belirlenmesi.....	84
3.2.4.6 Boru Çaplarının Belirlenmesi.....	84
BÖLÜM 4 BULGULAR	85
4.1 ARAŞTIRMA ALANLARININ İKLİMİ	85
4.2 ARAŞTIRMA ALANLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİ	86
4.3 ARAŞTIRMA ALANLARININ SULAMA SUYU İHTİYACI.....	91
4.4 BAŞLIK SEÇİMİ, DÜZENİ VE YAĞMURLAMA HIZININ BELİRLENMESİ	92
4.5 SİSTEMİN SEKSİYONLARA AYRILMASI VE YERLEŞİMİ	93
4.6 BORU ÇAPLARININ BELİRLENMESİ	96
4.7 POMPA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ	98
4.8 DEPO HACMİNİN BELİRLENMESİ	98
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	99
5.1 ARAŞTIRMA ALANLARINA YÖNELİK SONUÇLAR.....	99
5.2 ARAŞTIRMA ALANLARININ SULAMA PROJELERİNİN VE SULAMA YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER.....	101
KAYNAKLAR	104
EK AÇIKLAMALAR A ARAŞTIRMA ALANLARININ BİTKİSEL TASARIM VE SULAMA PROJELERİ	108
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Rüzgârlı ve rüzgârsız koşullardaki su dağıtım düzeni	14
2.2	Düşey türbin pompa ve santrifüj pompa.....	24
2.3	Otomatik kontrol vanası	26
2.4	Otomatik kontrol detayı.....	26
2.5	Geri tepme (geri akış önleme) vanası tesisi ve Anti-sifon vana tesisi.....	27
2.6	Çek-valflerin (Tek yönlü vanalar) çalışma prensibi.....	29
2.7	Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti.....	29
2.8	Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılım.....	30
2.9	Yol kenarı yağmurlama başlıkları ıslatma deseni	31
2.10	Yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağıtım düzeni	31
2.11	Püskürtücü (sprey) pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti	33
2.12	Çim veya kauçuk ile kaplı püskürtücü (sprey) pop-up başlıklar.	33
2.13	Püskürtücü (sprey) pop-up başlıklar.....	34
2.14	Döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti.....	35
2.15	Çarpmalı döner başlık ve pop-up çarpmalı döner başlık	36
2.16	Şanzımanlı döner başlık kesiti	36
2.17	Filtreler	39
2.18	Tansiyometreler.....	40
2.19	Kontrol üniteleri	40
2.20	Damla sulama uygulama örnekleri.....	44
2.21	Damla sulama sistemi kurulumu	45
2.22	Basınç regülâtörleri	47
2.23	Üçgen sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları.....	55
2.24	Kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumlar	55
3.1	Çalışma alanlarının konumları ve birbirleriyle olan uzaklıkları	58
3.2	Şentepe Gündoğan Parkı'nın konumu.....	59
3.3	Çayyolu Mahonya Parkı'nın konumu	59

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
3.4	Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın konumu.....	60
3.5	Gündoğan Parkı'nın alt bölgesinden genel bakış.....	63
3.6	Gündoğan Parkı'nın üst bölgesinden genel bakış	63
3.7	Gündoğan Parkı'nın spring ayarları yapılırken.....	64
3.8	Gündoğan Parkı dinlenme alanları.....	64
3.9	Mahonya Parkı'nın çevre ile olan ilişkisi	65
3.10	Mahonya Parkı'nın genel görünüşü	66
3.11	Mahonya Parkı'nın gece görünüşü.....	66
3.12	Otomatik sulama sistemi uygulama aşaması	67
3.13	Park içerisinde uygulanan otomatik sulama sistemi	67
3.14	Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın genel görünüşü.....	68
3.15	Abdurrahman Oğultürk Parkı açık hava kondisyon alanı	69
3.16	Abdurrahman Oğultürk Parkı dinlenme alanları.....	69
3.17	Abdurrahman Oğultürk Parkı çocuk oyun alanı	70
3.18	Abdurrahman Oğultürk Parkı otomatik kontrol vanası	70
3.19	Araştırma yöntemine ilişkin akış şeması	72
3.20	Yağmurlama başlıklarının konumlandırma düzeni.....	80
4.1	Thorntwaite su bilançosu grafiği.....	85

TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Başlıca toprak türlerinde yararlanılabilir nem miktarları	8
2.2	Bitki su tüketimini etkileyen faktörler.....	9
2.3	Bu üç bitki grubuna ait tipik özellikleri.....	16
2.4	Farklı bitkilerin su tüketimleri	17
2.5	Farklı toprak bünyelerinin su tutma özellikleri.....	18
2.6	Toprak tipi ve arazi eğimine göre toprağın su alma hızları	19
2.7	Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının karşılaştırılması.....	38
2.8	Polietilen borularda tavsiye edilen maximum akış hızları ve basınç kayıpları.....	49
3.1	Üç farklı bölgede bulunan çalışma alanları	60
3.2	Ankara ilinin iklim verileri.	61
3.3	Bitki türlerinin farklı iklimlerde yaklaşık su tüketimleri.	75
3.4	İklim tiplerine ve bitki türlerine göre bitki su gereksinimleri.	75
3.5	Sulama sisteminin tercihinde belirleyici faktörler.	76
3.6	Rüzgârlı koşullarda aralık mesafeler.	79
4.1	Thorntwaite yöntemine göre su bilançosu çizelgesi.....	87
4.2	Araştırma alanlarının toprağın geçirgenlik oranları ve su tutma kapasiteleri.....	88
4.3	Araştırma alanlarının toprak tekstürleri.....	89
4.4	Araştırma alanlarının toprak yapısının ph ve elektrik iletkenliği	90
4.5	Araştırma alanlarının toprak yapısının kireç miktarı.	91
4.6	Şentepe Gündoğan Parkı'nın sprej spring debileri.	94
4.7	Çayyolu Mahonya Parkı'nın sprej spring debileri	95
4.8	Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın Sulama Sistemi Debileri.	96
4.9	Şentepe Gündoğan Parkı'nın sulama sisteminde kullanılan borular ve miktarları.	97
4.10	Çayyolu Mahonya Parkı'nın sulama sisteminde kullanılan borular ve miktarları..	97
4.11	Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nda kullanılan borular ve miktarları	98

KISALTMALAR DİZİNİ

Atm	:	Atmosfer
cm	:	Santimetre
dk	:	Dakika
DMİ	:	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
H ₂ O	:	Su
HGK	:	Harita Genel Komutanlığı
lt	:	Litre
m	:	Metre
mm	:	Milimetre
PE	:	Polietilen
Pvc	:	Polivinul klorür
s	:	Saat
sn	:	Saniye

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Peyzaj mimarlığı araştırmaları kapsamında bulunan rekreatif ve sportif amaçlı alanlarda kullanılan canlı materyal, ağırlıklı olarak süs bitkileri, yer örtücü ve çim alanlardır. Bu tür alanların planlanmasında, bazı altyapı unsurları daha etüt ve proje aşamasında dikkate alınmalıdır. Sulama bunlardan biridir ve yeşil alanların sürekliliği ve optimum düzeyde bakımı için hayati önem taşımaktadır.

Peyzaj uygulamalarında, oluşturulacak çim alanların ve kullanılacak süs bitkilerinin (ağaçlar, çalılar, mevsimlik ve çok yıllık bitkiler) bakım gereksinimlerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu gereksinimler için yeterli olanakların olup olmadığına karar verilmelidir. Bitkiler için en önemli bakım gereksinimlerinden biri sulamadır.

Hızla artan ülke nüfusunun ve gelişen endüstrinin su gereksinimlerinin karşılanması, yer altı ve yerüstü su kaynaklarının çeşitli nedenlerle kirlenmesi ve uzun yıllar ortalamalarının çok altında gerçekleşen yağışlar, su kaynaklarının daha etkin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Tanrıverdi 1987).

Sözü geçen tüm bu nedenlerle sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, koşullara göre, sulamanın yapılacağı zamanın, her sulamada uygulanması gereken su miktarının ve suyun toprağa uygulanış şekli olan sulama yönteminin önceden doğru bir şekilde saptanması büyük önem taşımaktadır. Uygun sulama yönteminin kullanılmasının yanı sıra kullanılan çeşitli araç ve gereçleri tanımlayan sulama tekniklerinin de daha çok su, enerji ve iş gücü kullanımından tasarruf sağlayan teknolojilerin uygulamaya aktarılması şeklinde önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bunun sonucu olarak son yıllarda basınçlı sulama sistemlerinin kullanımı yoluna gidilmiştir (Şahinler 1997).

Ancak bu yöntemler kullanılırken çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar; az su kullanma isteği, sulama materyallerinin sulanacak alanlarda fazla yer kaplamaması, sulama yapılırken insanlara karşı, özellikle tatil köyleri ve otellerde, görselliğin ön plana çıkarılması olmaktadır. Her durumda sulamada kullanılan yeni tekniklerin görsellikle birlikte, günümüz koşulları için kısıtlı sulama uygulamalarında kullanılmasında böylece, sulama maliyetlerinin düşürülmesinde büyük kolaylık sağlanacaktır.

Sulama uygulamalarında en önemli sorunlardan biri, konumları ne olursa olsun bitkilere suyu ulaştırabilmektir. Peyzaj sulamasında son yıllarda yaşanan hızlı gelişmenin ve peyzajda sulamanın da diğer konular kadar ön plana çıkmasının nedenlerinden biri bitkilere suyu en verimli ve en uygun şekilde ulaştıran yeni sistemlerin geliştirilmesi olmuştur. Peyzaj mimarlığında su kullanımının verimi de çok önemlidir. Sulama yapılırken gerek yakın çevreye, gerekse su kaynaklarına hiç bir şekilde zarar verilmemesi esastır. Sulamada öncelikle dikkat edilecek konular arasında bitkilerin doğru sulanması yanında; sulamanın insanlara ya da yapılar zarar vermemesi, su kaynağının verimli kullanılarak korunması, gerekirse arıtılmış su kullanımı, sulama sistemlerinin ve uygulamanın estetik yönü, eğimli ya da tesviye edilemeyecek arazilerde de sulama yapılabilmesi, sulamanın toprağı olumsuz etkilememesi ve ekonomik olması gibi konular gelmektedir. Son dönemlerde su sıkıntısından kaynaklanan sorunlardan dolayı, aynı zamanda iş gücünün ortadan kalkmasına sebep olan otomatik sulama, kentlerde büyük ve küçük ölçeklerde kullanımına sebep olmuştur. Ankara kentinde, alan olarak büyük ve fonksiyonu kapsamlı olan yeşil alanların hemen hepsinde otomatik sulama sistemi uygulanmaktadır.

Bu çalışmada; peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılacak sulama sisteminin belirlenmesi ve planlanabilmesi için, alana ait iklim, toprak özellikleri ile projede kullanılacak bitkisel materyalin yaklaşık su tüketiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmada; öncelikle sulama sistemleri ve ekipmanları konusunda bilgiler verilerek peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama yöntemleri ve planlanması detaylı olarak incelenmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Ankara kentinde farklı peyzaj alanlarına göre sulama uygulamalarındaki değişme şekli ve miktarı, karşılaştırma sonuçları ve seçim kriterleri analiz edilerek belirlenmiş, farklı peyzaj uygulamaları için farklı sulama yöntem, sistem ve teknikler incelenerek, sulama sistemlerinin farklı kullanım alanlarındaki tasarım, konstrüksiyon, işletme ve bakım yolları saptanmıştır.

Bu tez çalışmasında, araştırma alanı olarak Yenimahalle Belediyesi (Ankara) örneğinde farklı özelliklere sahip üç ayrı bölge seçilmiştir. Bu bölgelerde uygulanan farklı sulama sistemleri ile yeşil alanların ve bitki örtüsünün, minimum su miktarı ile optimum sulama amaçlanmıştır. Bu bölgelerde uygulanan otomatik sulama sistemlerinin bölge özelliklerine göre farklılık gösterdiği ortaya konulmaktadır.

Araştırma "Giriş", "Kuramsal Temeller", "Materyal ve Yöntem", "Araştırma Bulgular" ile "Sonuç ve Öneriler" olmak üzere beş ana bölümden oluşmaktadır:

"Giriş" bölümünde; araştırmanın amacı, kapsamı ve önemi anlatılmıştır.

"Kuramsal Temeller" bölümünde; bitki, toprak ve su ilişkileri tanıtılarak, bitkinin topraktaki sudan ne şekilde ve hangi şartlar altında yararlanabileceğine değinilmiş, bitkiye suyun ulaştırılmasında verimli ve pratik yöntemlerin hangileri olduğu açıklanarak, sistemler hakkında bilgi verilmiştir.

"Materyal ve Yöntem" bölümünde; araştırma alanları tanıtılarak, alanların doğal özellikleri bahsedilmiştir. Bu veriler ışığında araştırma alanları için tanıtılan sulama sistemlerden uygun olanı seçilerek, planlama kriterleri ve süreçleri hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

"Araştırma Bulgular" bölümünde; araştırma alanlarının toprak ve iklim verileri değerlendirilerek, sulama suyu ihtiyacı belirlendikten sonra, alanların özelliklerine uygun olarak seçilen sulama sistemleri ve sulama projeleri irdelenmiştir.

"Sonuç ve Öneriler" bölümünde; araştırma alanı olarak seçilen Ankara kentinde farklı peyzaj alanlarına göre sulama uygulamalarındaki değişme şekli ve miktarı, karşılaştırma sonuçları ve seçim kriterleri analiz edilerek belirlenmiş, farklı peyzaj uygulamaları için farklı sulama yöntem, sistem ve teknikler incelenerek, sulama sistemlerinin farklı kullanım alanlarındaki tasarım, konstrüksiyon, işletme ve bakım yolları saptanmıştır. Sonuç olarak; her peyzaj kullanımı, tasarım ve planlanması için sulama tekniğinin değişim gösterdiği ve ayrıca peyzaj alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafik özelliklerin sulama sisteminin seçimini değişik oranlarda etkilediği görülmüştür.

BÖLÜM 2

KURAMSAL TEMELLER

2.1 BİTKİ, TOPRAK VE SU İLİŞKİLERİ

Bitkiler normal gelişimlerini sürdürebilmek için ihtiyaçları olan suyu ve besinleri, kökleri aracılığıyla topraktan alırlar. Kök bölgesindeki suda erimiş besinlerin bitki bünyesine taşınması, bitki köklerindeki organik maddelerin havanın oksijeni ile yanması sonucu elde edilen enerji ile sağlanır. Sulama mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde yeterli nemin bulunması bitki gelişimi açısından çok önemlidir (Demirel 2005).

Doğada kendi haline yetişen bitkiler ihtiyaçları olan suyu, yağış sularının toprak tarafından tutulmasıyla temin eder. Ancak, yağışın yıl içindeki dağılışı bitkinin su ihtiyacı zamanına rastlamayabilir. Bu durumda bitkinin gelişebilmesi için yeterli nemin bitki kök bölgesinde sağlanması gerekir. Toprakta tutulan suyun miktarı yağış ve iklim koşullarına bağlı olarak, buharlaşma ve transpirasyon gibi nedenlerle en az düzeye indiği zaman bitkilerin kök bölgelerindeki ortamda yeterli suyun bulunmaması nedeniyle bitkilerin yaşamları zorlaşır. Bu nedenle sulama sistemlerinin amacı, bitkinin transpirasyon ve madde üretimi için topraktan kullandığı suyun, buharlaşma ile kaybolan miktarını da ilave ederek tamamlamaktır (Demirel 2005).

Toprağın içinde depolanan su, bitki sağlığını doğrudan etkiler. Eğer bitkinin kök bölgesindeki toprağın tüm gözenekleri su ile dolu halde bulunursa, bitki kökleri bu boşluklardaki oksijeni sağlayamayacağı için ölür. Bitkilerin çoğu yaşayabilmek için kök sisteminde hem oksijene hem de suya ihtiyaç duyarlar. Oksijen, ancak yerçekimi ve kapillarite kuvvetleri suyu toprak gözeneklerinin içinden çekebildiği zaman toprağa girebilir (Demirel 2005).

Sulama, aynı zamanda fazla sıcak zamanlarda toprağın ve havanın serinletilmesi veya yıkanması, taban taşlarının yumuşatılması, gübrenin su ile birlikte toprağa verilmesi ve bazı zararlılarla mücadele gibi yan faydalara da sahiptir.

Tüm canlılar için olduğu gibi bitkiler için de suyun önemi büyüktür. Topraktaki besin maddelerinin bitki kökleri tarafından alınabilmesi, bunların yapraklara kadar taşınması, orada fotosentez olayının gerçekleşmesi suyun varlığı ile sağlanabilmektedir. Ayrıca fotosentez sonucunda oluşan organik maddelerin kimyasal değişimi, hücrelerin yaşayıp çalışabilmesi, topraktaki zehirli maddelerin çözündürülerek seyreltilmesi, optimum toprak havalanması vb. olaylar üzerinde suyun oynadığı roller son derece önemlidir (Demirel 2005).

2.1.1 Toprakta Suyun Tutulması

Toprakta ve bitkide suyun tutulması basit bir madde alışverişi değildir. Bu olay, çeşitli tipteki enerji alışverişine ait süreçlerin bir sonucudur. Buradaki enerji suyun serbest enerjisi olarak isimlendirilmektedir. Bu enerji suyun molekül yapısındaki moleküller arası bağdan kaynaklanır. Bu hidrojen bağlarının adezyon, kohezyon ve yüzey gerilim kuvvetlerinin kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Bu kuvvetler ise toprak da suyun tutulmasını ve hareketini yönlendirmektedir. Toprak suyu, toprakta tutulma enerjisine göre üç gruba ayrılmaktadır; Bunlar; "sızıntı" (yerçekimi suyu), "kapillar su", "higroskopik su" dur (Erdoğan 2002).

- **Sızıntı Su (Yerçekimi su):** Geniş kaba gözeneklerden hızla, dar kaba gözeneklerden yavaş olarak, yerçekimi kuvveti altında aşağılara doğru hareket eden sudur.

- **Kapillar Su (Yararlanılabilir su):** Sızıntı suyunun uzaklaşmasından sonra toprak tanecikleri etrafında ve kapillar gözeneklerde kohezyon ve adezyon kuvvetleri ile tutulan sudur (Erdoğan 2002).

- **Higroskopik Su (Faydalanılamayan su) :** Kapillar su uzaklaştıktan sonra toprak taneciklerinin yüzeyini kaplayan bir film şeklindeki toprak nemidir. Yukarıda üç grupta açıklanan ve ayrı ayrı isimlendirilen, suyun toprak tarafından tutulma enerjilerine ilişkin bu deyimlerin hepsine birden "toprak nemi potansiyeli" denmektedir (Erdoğan 2002).

2.1.2 Bitkilerin Yararlanması Bakımından Toprak Neminin Tanıtımı ve Sınıflandırılması

Bitkilerin topraktaki sudan yararlanabilmeleri, su miktarına olduğu kadar toprak türüne de bağlıdır. Örneğin bir kil toprağı %30 oranında su içerse bile bitkiler bu sudan yararlanamazlar. Buna karşılık %12 oranında suya sahip bir kum toprağında, bitkiler tarafından alınabilecek su bulunmaktadır. Bunun nedeni, kil toprağında su miktarı %30 düzeyine indiğinde suyun tutulma gücünün 15 atm'yi aşmasıdır. Yüksek organizasyonlu bitkiler (ağaçlar) 15 atm'den daha yüksek emme kuvvetleri ile toprak tarafından tutulan suyu alamamaktadırlar. Saf kum topraklarında ise bu durum ancak topraktaki su oranı %10'a düşüncü meydana gelir Uçan (1998)'e göre toprak neminin sınıflandırılması aşağıda sıralanmaktadır.

- **Etkili Bitki Kök Derinliği:** Bitkinin normal gelişimi için gereksindiğı suyun % 80'inin alındığı kök derinliğine etkili kök derinliği denir. Bu değer, sulamada ıslatılacak toprak derinliğini belirler ve bitki türüne göre 30-180 cm arasında değişir.

Genel olarak derin topraklarda yetiştirilen bitkilerin çoğı, kök bölgesi derinliklerinden, üst kısımlara nazaran daha az su alırlar. Kullanılabilir suyun ilk tüketildiğı kısım kök bölgesi derinliğinin üst %25'dir. Bundan sonra bitki, kök bölgesinin geri kalan bölümünden suyu temin etmek durumunda kalır. Bu durum bitki gelişiminde bir gerileme yaratır. Optimum gelişme için bu bölgede gerekli nem sağlanması gerekir.

- **Tarla Kapasitesi:** Tarla kapasitesi, doyurucu bir yağıştan sonra, düşey yöndeki su hareketi durduğu anda, bir toprağın tutmuş olduğu su miktarını ifade eden bir deyimdir. Bitkiler tarafından yararlanılabilen suyun üst sınırını belirten bir kavramdır. Toprağın tekstür ve strüktür özellikleri ile organik madde ve taban suyu derinliği tarla kapasitesini etkiler. Toprak türlerine göre, yerçekimi etkisi altında doygun bir toprakta drenaj hareketinin durması 1-3 gün arasında değişmektedir.

- **Pörsüme Noktası:** Topraktaki su miktarı 15 atm basınçla tutulacak derecede azalmışsa, bu toprağın nem miktarının sürekli pörsüme noktasına kadar azaldığı anlamına gelmektedir. Bu durumda bitki topraktaki nemden yararlanamaz.

- **Yararlanılabilir Su Miktarı:** Tarla kapasitesi veya nem ekivalanı ile sürekli pörsüme noktası değerleri arasındaki fark, bitkilerin toprakta yararlanabilecekleri su miktarını göstermektedir. Başlıca toprak türlerinde bitkiler tarafından yararlanılabilir nem miktarlarının nasıl değiştiği Tablo 2.1’de sunulmaktadır.

Tablo 2.1 Başlıca toprak türlerinde yararlanılabilir nem miktarları (Uçan 1998).

Toprak Türü	Nem Ekiv Alanı (%)	Sürekli Pörsüme Noktasındaki Nem (%)	Yararlanabilir Nem (%)
Kum ve Balçıklı Kum	14-16	8	6-7
Kumlu Balçıklı ve Kumlu Killi Balçık	18-24	6-12	8-14
Killi Balçık	24-27	13-14	10-14
Kil	24-52	14-38	10-14

- **Toprağın Su Tutma Kapasitesi ve Yararlanılabilir Su Kapasitesi:** Pratik amaçlar için, toprak, su ve bitki ilişkileri ve toprağın su ekonomisi söz konusu olunca "yarayışlı su kapasitesi" veya "yararlanılabilir su kapasitesi" deyimini kullanılır. Daha önce açıklandığı üzere "yararlanılabilir su" tarla nem kapasitesinden, sürekli pörsüme noktasındaki su miktarı çıkartılarak bulunur. Bunun birimi hacim yüzdesi veya ağırlık yüzdesi olarak, fakat çoğunlukla "mm/yağış" şeklinde ifade edilir (Türüdü 2004).

2.2 TOPRAK - SU İLİŞKİLERİNİN BİTKİ GELİŞİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sıcaklığın yeterli olduğu iklim bölgelerinde, bitki gelişimini etkileyen egemen faktör sudur. Toprak suyu ve bitki gelişimi arasındaki ilişkileri iyice kavrayabilmek için önce suyun bitkiler için önemi daha sonrada bitkilerin yararlanması bakımından toprak suyu üzerinde etkili olan faktörler hakkında bilgi edinilmesi gerekir (Haroğlu 2002).

2.2.1 Suyun Bitkiler İçin Önemi

Su, bitki yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Bitkilerin taze ağırlığının % 60-85'ini oluşturur. Bitki bünyesinde yetersiz su olması, hücre aktivitesini durdurur. Böylece hücreler gelişemez; stomalar açılıp kapanmaz ve buna bağlı olarak da madde değişimi, yaprak ve çiçeklerin oluşumu gibi tüm fizyolojik faaliyetler durur. Su, topraktaki besin maddelerinin

kökler tarafından alınmasını ve bitki organları arasında taşınmasını sağlar, yapraklarda cereyan eden fotosentez olayının temel taşlarından biridir. Bu nedenle birçok fizyolojik ve biyokimyasal olaylar için mutlak surette gerekli bir maddedir (Haroğlu 2002).

Toprakta yeterli su bulunamazsa tohumlar çimlenemez, bitki kökleri gelişemez, mikroorganizmalar aktivite gösteremez ve organik madde ayrışmaz. Bitki beslenmesi ve gelişimini sağlaması ve birçok biyokimyasal olayın temelini oluşturması bakımından su, bitkiler için son derece önemli bir ekolojik faktördür. Toprak suyunun bu fonksiyonlarını yerine getirebilmesi, iklim, toprak özellikleri ve bitki örtüsü gibi çeşitli faktörlerin etki derecesi ve şekillerine bağlıdır (Haroğlu 2002).

2.2.2. Toprak Suyu ile Bitkiler Arasındaki İlişkiler Üzerinde Etkili Faktörler

Bitki su tüketimini çok sayıda faktör etkilemektedir. Bunlardan önemli olanları Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Bitki su tüketimini etkileyen faktörler (Haroğlu 2002).

BİTKİ SU TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER		
1. İklim	2. Toprak	3. Bitki
Solar radyasyon (ışık)	Toprak nemi	Bitki cinsi
Sıcaklık	Toprağın işlenmesi	Vejetasyon dönemi
Hava nemi ve doymunluk açığı	Toprak verimliliği	Bitki hastalıkları
Rüzgâr		Hava kirliliği
Güneşlenme süresi		

- **İklim:** Belirli bir periyota bitki için yararlanılabilecek suyun miktarı üzerinde yıllık yağış miktarı, yağışın mevsimlere dağılışı, sıcaklık dereceleri ve yıl içindeki değişimi önemli derecede rol oynar. Yağışların mevsimlere dağılışındaki düzensizlik, bir yaz kuraklığı meydana getirecek şekilde olabilir. Yazın sıcaklık da arttığı için su kaybı da artar. Bitki gelişimi için elverişsiz olan bu koşullardan dolayı, su ekonomisi üzerinde toprağın fiziksel özellikleri büyük bir önem taşımaktadır (Haroğlu 2002).

- **Toprağın Fiziksel Özellikleri:** Elverişsiz yağış ve sıcaklık koşulları, bazı toprak özellikleri tarafından bir dereceye kadar yumuşatılabilir. Bunlardan en önemlisi toprak

derinliği, tekstür ve strüktürdür. Kış ve ilkbahar yağışlarını yeterli derecede depolayabilecek bir derinlik ile tekstür ve strüktüre sahip topraklar, tüm yaz kuraklığı süresince bitkileri, depo edilmiş sudan besleyebilirler. Bunun dışında, bitki köklerinin yararlanabileceği bir taban suyunun bulunduğu topraklar da su ekonomisi bakımından bitkiler için optimum koşullar yaratır (Haroğlu 2002).

- **Toprak Tekstürünün Etkisi:** Toprak tekstürü, maksimum su tutma kapasitesi, tarla kapasitesindeki nem derecesi ve bitkilere yarayışlı su miktarı üzerinde rol oynayan önemli bir özelliktir (Erakın 2000).

- **Toprak Strüktürünün Etkisi:** Toprak tekstürü karakteristiklerinden özellikle gözenek boyutları ve gözenek boyutu sınıflarının dağılımı, bitkiye yarayışlı su sağlama bakımından büyük bir etkiye sahiptir. Bunun nedeni, gözenek büyüklüğü ile toprakta suyun tutulma enerjisi ve dolayısıyla su hareketi arasında sıkı ilişkiler bulunmasıdır. Toprakta sızıntı suyu ile kaybolan miktar ve kapillar olarak bitkiye yarayışlı bir şekilde depolanan su, büyük ölçüde gözenek sınıfları dağılımına göre değişmektedir (Haroğlu 2002).

- **Taban Suyunun Etkisi:** Taban suyunun bitkilerin yararlanması üzerinde, toprakta taban suyu bulunup bulunmadığı, varsa taban suyu düzeyinin derinliği, kök gelişim derecesi vb. faktörler de önemli derecede rol oynar. Bitkinin bulunduğu ortamdaki etkili kök derinliği ile toprak türü ve taban suyu düzeyi belirlenirse, taban suyundan yararlanılabilecek su miktarı tahmin edilebilir. Bu da su ekonomisini belirlemede yardımcı olur (Haroğlu 2002).

2.2.3 Toprak Suyu ile Bitki Gelişimi Arasındaki İlişkiler

Bitkilerin yıllık veya mevsimlik su gereksinimi için kesin değerler verilemez. Çünkü bitkilerin harcadığı su miktarı bitki türü, iklim koşulları ve toprak özelliklerine göre çok değişmektedir. Su gereksinimi, hava hallerine, bitki türüne, bitki ve toprağın dış görünümüne (pörsüme, kuruma) göre veya toprağı nem derecesi tansiyometre ile ölçülerek sulamaya karar verilir.

Özet olarak, bitki gelişimi ve toprak suyu ilişkileri çok sayıdaki faktörün ortak etkisi tarafından yönlendirilmektedir. Fakat benzer iklim koşulları altında, toprağın fiziksel özellikleri ve arazinin topoğrafik karakteristiği, yağış suyunun biriktirilmesi ve bitki için

yarayışlılığı konusunda birinci derecede rol oynamaktadır. Bunun için de sulama olanağı bulunmayan yetişme ortamlarının verimliliğinin sınıflamasında bu iki özellik esas alınır (Yazgan 1993).

2.3 SULAMA YÖNTEMLERİNİN PLANLANMASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Sulama yöntemleri belirlenmeden önce bazı parametrelerin belirlenmesi ve irdelenmesi gerekmektedir. Bunlar; arazinin şekli ve topoğrafik yapısı, iklimsel özellikler, yağış, sıcaklık, rüzgâr, toprak koşulları, bitki özellikleri ve sulama suyu gereksinimi, mevcut sulama süresi, binaların, ağaçların ve diğer nesnelere konumu, su kaynağı, su kalitesi, toprak, su ve bitki ilişkisi, maliyet olarak sıralanmaktadır.

Bitkilerin gereksinim duydukları su miktarı doğal olarak türlere göre farklılık göstermektedir. Başka bir deyişle her türün yararlanabileceği su düzeyinin azlığına ya da aşırı miktarda bulunmasına gösterdiği tolerans sınırları aynı değildir. Diğer yandan bitkilerin suyu aldığı ortam koşulları da sudan yararlanma düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir. Dolayısıyla kullanılan bitkinin türü, doğal yetişme koşulları, bitkinin toprak-su ilişkisi ve çevresel konumun bilinmesi gerekmektedir (Sarikoç 2007).

2.3.1 Arazinin Şekli ve Topografik Yapısı

Sulama yöntemi seçiminde, topoğrafya en önemli etkenlerin başında gelir. Topoğrafya, sulanacak arazilerin yükseltisi, su kaynaklarının bulunduğu yükselti, arazi sınırları, yollar, elektrik, doğal gaz ve diğer su hatları, arazinin biçimi ve arazinin eğim gibi çok geniş faktörleri kapsar.

Ancak, sulama sistemi seçiminde arazi eğimi en önemli parametredir. Bazı yağmurlama sistemleri %20 eğime kadar çalıştırılabilir. Genel olarak, arazinin eğimi arttıkça toprak derinliği azalır. Bu durumda zaten sığ topraklar için, yüzey akış ve erozyon oluşturmayacak, toprağa az miktarlarda uygulayabilen basınçlı sulama yöntemlerinden birisi tercih edilir. Eğimi düşük düzgün arazilerde hemen her türlü sulama yöntemi uygulanabilir. Bu koşullarda sulama yönteminin seçimine diğer faktörler etkili olur. Ancak, eğim yüksekse ya da ortalama eğim düşük olmasına karşın arazi dalgalı bir topografyaya sahipse basınçlı sulama yöntemleri tercih edilir. Bazı araziler erozyon oluşturabilecek durumdadırlar. Bu şekilde olan erozyona

uygun topraklarda, yüzey sulama yöntemleri dikkatli bir biçimde uygulanmalıdır. Erozyonu önlemek için ya eğimi çok düşük olmalı ya da sulama suyu düşük debide araziye verilmelidir. Bu tip topraklarda basınçlı sulama yöntemlerini seçmek daha doğrudur (Sarikoç 2007).

2.3.2 İklim Özellikleri

Sulama yöntemleri seçilip planlanırken bölgedeki sıcaklık durumu, rüzgâr, nem, don ve yağış gibi iklim özellikleri dikkate alınır. İlkbahar mevsiminde özellikle nisan ayında don olayının gerçekleştiği geceler, bitkinin ve sulama sisteminin dinlenme zamanı olan ocak ayı başlarında bitkilerin ve çalışan sulama sisteminin toprak üstü tabakasına zarar verir. Bu bölümde iklim özelliklerinden yağış, sıcaklık ve hava hareketlerinden rüzgârın, sulama yöntemleri üzerindeki etkisi incelenmiştir (Sarikoç 2007).

2.3.2.1 Yağış

Toprağa düşen yıllık yağış miktarı o alana en uygun sulama sistemini belirler. Yıllık yağış değerleri ise yerel meteoroloji istasyonlardan edinilen bilgilerle sağlanır. Bu yağış değerleri; sulama için en kritik zamanı belirlemeye yardımcı olur. Aşağıdaki 6 temel faktör yıllık yağış miktarındaki veriler yardımıyla sulamadaki su miktarını belirler (Sarikoç 2007);

- Mevsimlerin süresi
- Yağış oranı (mevsimler süresi boyunca)
- Buharlaşma oranı
- Toprak türü
- Bitkilerdeki sulama oranı
- Bitki materyallerindeki su ihtiyacı

Yağışların azaldığı ve giderek kesildiği mevsimsel kuraklık dönemlerinde sulama sistemi, bitkilerin gelişimini sürdürebilmesi için, yaşamsal öneme sahiptir. Sulama alanındaki bitkilerin su gereksiniminin ne kadar olduğunun ve bu gereksinimin ne kadarının yağmur, kar, sis ve çığ biçiminde doğal yoldan sağlandığının bilinmesine gerek vardır. Doğal yağış değerlerini yerel meteoroloji istasyonlarından sağlamak mümkün olabilir (Sarikoç 2007).

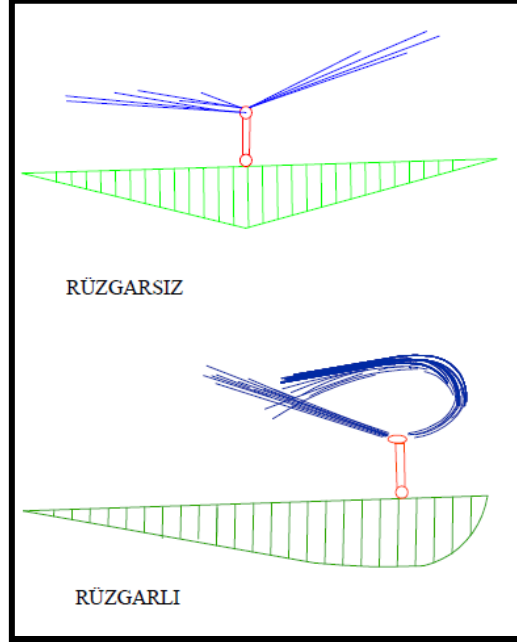
2.3.2.2 Sıcaklık

Havanın sıcaklığı ve soğukluğu, bitkiler ve sulama sistemi üzerinde etkili olur. Soğuk, kuru hava; bitkiler üzerinde en büyük sıkıntıyı yaratır. Hatta bu sıkıntı, sıcak ve kuru havadan çok daha fazla etkili olur. Bu durum bitkinin kloroplastlarına zarar verebilir, su ve besin maddelerinin toprak üstü kısımlarına taşınmasını büyük ölçüde engelleyebilir. Kuru sıcaklık, özellikle aşırı sıcak ve rüzgârlı havalarda daha fazla su kaybına yol açar. Nem oranı yüksek olan yaz sıcaklığında fazla sulama çok yararlı olmaz; çünkü bu nem bitkinin bünyesindeki suyun terleme ile kaybını önemli ölçüde engeller. Böyle durumlarda sulama düzeyinin iyi ayarlanması ve aşırıya kaçılmaması gerekir. En uygun sulama saatleri sabahın ilk saatleridir. Bu şekilde buharlaşma oranı minimize edilmiş olur. Gün içerisindeki sulama pek tercih edilmez (Hatat 1999).

2.3.2.3 Rüzgâr

Rüzgâr, sprinklerin su dağıtımında çok önemlidir. Rüzgârın hızı arttıkça su dağıtım katsayısı değeri de azalır. Rüzgâr hızının artması ile suyun dağıtım düzeninin bozulması sonucu küçük ıslanmamış mekânlar ortaya çıkar. Şekil 2.1'e göre rüzgârsız hava şartlarında yağmurlama başlıkları homojen bir su dağılımı gösterirken, rüzgârlı hava şartlarında düzensiz ıslak alanlar veya kuru alanlar oluşur (Sarıkoc 2007).

Rüzgâr hızının yüksek ve esme süresinin fazla olduğu yerlerde yağmurlama sulama yönteminin seçilmesi sakıncalıdır. Bunun nedeni ise; yüksek rüzgâr hızında su damlalarının rüzgârla sürüklenmesi ve eş su dağılım düzeninin bozulması, dolayısıyla su uygulama randımanının düşmesidir. Zamanlayıcılar rüzgâr hızının en az olduğu zamanlarda, örneğin; sabahın erken saatlerinde, sulama sistemi devre sokulmalıdır. Buna ek olarak sprink başlıkları, kavisleri ve konumları hâkim rüzgâra karşı tasarlanmalıdır (Sarıkoc 2007).



Şekil 2.1 Rüzgârsız ve rüzgârlı koşullardaki su dağıtım düzeni (Sarıkoc 2007).

2.3.3 Toprak Koşulları

Toprak, üzerinde bitkilerin yetiştiği, yerkürenin geçirgen olan en üst katmanıdır. Bu katman mineral ve organik maddelerin bir karışımından oluşur ve bu oluşum, çeşitli ve karmaşık fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileşimlerin söz konusu olduğu çok uzun bir süreci gerektirir. Toprak; yeryüzünün ayrılmış üst tabakasıdır ki, bu tabakanın yapısı; suyun, havanın, organik maddenin ve yaşayan organizmaların etkisi ile değiştirilmiş bir yapıdır.

Genelde üç çeşit toprak yapısı vardır. Killi topraklar, kumlu topraklar ve balçıklı topraklar. Killi topraklar; kil miktarı yönünden zengin topraklardır (%35'den fazla). Genellikle ilkbaharda yüksek oranda su içerdiklerinden çok yavaş ısınırlar. Bu nedenle vejetasyon devresi kısadır. Besin maddesi depolama yeteneği oldukça fazladır (Sarıkoc 2007).

Killi toprağı elimize alıp bastırdığımızda, elimizin şeklini alır ve tekrar elimizi açtığımızda dağılmaz. Genellikle killi topraklar sıkı topraklar olarak adlandırılır. İçinde az miktarda organik madde bulunan ve çoğunlukla kilden oluşan bu topraklarda, drenaj özellikleri zayıf olup, suyun toprak içindeki hareketi de çok yavaştır. Bu nedenle killi toprakların su alma ve su verme hızları düşüktür (Sarıkoc 2007).

Kumlu toprakların içinde suyun hareketi, dolayısıyla suyun toprağa iletilmesi oldukça kolaydır. Bu tip toprakların su gibi hava geçirgenlikleri de oldukça yüksektir. Bu yüzden bitki köklerine yayılmasına elverişlidir. Killi toprakların aksine kumlu topraklar el içinde şekil almazlar çünkü eliniz açılır açılmaz dağılır. Kumlu topraklarda sulama yapıldığında su toprak yüzeyinde birikmez ve hemen emilir. Balçıklı topraklar genellikle en iyi toprak türüdür. Toprak taneleri ne çok büyük, ne de çok küçük olup tam boyutundadır. Bu toprakların su tutma kapasitesi organik madde ve toprak besinlerinin bolluğu ile oldukça yüksektir.

Balçık topraklar, koyu renkli ve iyi kokulu olup, kolay işlenir, ideal bir kök büyüme ortamına ve yeterli bir su tutma kapasitesine sahiptir. Sulama yapılacak alandaki toprağın yapısını anlamak sistemin düzenlenmesinde yardımcı olan bir etmendir. Toprakta bir geçirgenlik oranı vardır. Bu oran suyun toprağa işlenmesi ve suyu absorbe etme oranıdır. Geçirgenlik oranı yöntemin planlanması açısından önemli bir olaydır. Çünkü sistemden aktarılan su geçirgenlik oranında toprağa intikal ettiğinde bu olaya geçirgenlik denir ve bu oran yani toprağın geçirgenlik oranı kadar suyun verilmesi arzu edilir (Güngör 2005).

2.3.4 Bitki Özellikleri ve Sulama Suyu Gereksinimi

Peyzaj uygulamalarında bitkilerin değişik ihtiyaçlarına göre sulama sistemleri farklı biçimlerde tasarlanabilir. Çünkü her bitkinin su ihtiyacı birbirinden farklıdır. Bitkilerin topraktan yeteri kadar su almaları gerekir. Yeteri miktarda su alamadıklarında veya topraktan aldığı su miktarını aştığında bitki ile suyun dengesi bozulur. Bu durumda bitkinin gelişmesi yavaşlamakta veya tamamen durmaktadır (Güngör 2005).

Bitki bünyesinde erimiş minerallerin topraktan yapraklarına doğru hareketi, ksilem denilen mikroskopik kanallar içinde cereyan eder. Bu suretle yapraklara ulaşan bitki suyunun bir kısmı stomalar yoluyla, terleme suretiyle bitkiyi terk eder. Ksilemdeki bu akışın yavaşlaması, yaprakların soluk yeşile ve sarıya dönmesine yol açar. Eğer ksilemdeki akış aniden azalır ve terleme nispeti yükselirse büyük olasılıkla sıcak veya rüzgârlı havalar yüzünden, yapraklar canlılığını kaybeder, giderek kurur ve düşer. Sulanacak olan bitki türleri, büyüme periyotları esnasında beslenmelerini ve hayatlarını sürdürebilmek için gereksinim duydukları su miktarı ya da tüketiminin belirlenmesi amacıyla değerlendirilmelidir (Güngör 2005).

Bitkiler su gereksinimi bakımından, genel olarak üç gruba ayrılabilir; bunlar kurak koşullara uygun ya da kuraklığa dayanıklı bitkiler, kuraklığa toleranslı bitkiler ve kuraklığa toleranssız bitkilerdir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Bu üç bitki grubuna ait tipik özellikleri (Sarıkoç 2007).

Bitki Grupları	Tipik özellikler
<ul style="list-style-type: none"> • Kuraklığa dayanıklı bitkiler (Kurak iklim bitkileri) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ender olarak sulamaya gereksinim duyarlar • Su istekleri azdır • Kurak topraklarda yetişirler • Su gereksinimi ise ender olarak derin sulama
<ul style="list-style-type: none"> • Kuraklığa toleranslı bitkiler (Kurak iklim koşullarına ender olarak uyum sağlayan bitkiler) 	<ul style="list-style-type: none"> • Az sulamaya uyum sağlayabilirler • Normal olarak kurak olmayan koşullarda • Gelişme gösterirler, fakat orta derecede kurak • Ortamlarda da yaşamlarını sürdürebilirler • Su gereksinimi ise ara sıra derin sulama
<ul style="list-style-type: none"> • Kuraklığa toleranssız bitkiler (Nemli ve yağışlı iklim koşullarına uyum sağlayan bitkiler) 	<ul style="list-style-type: none"> • Büyüme mevsimi kurak geçen yerlerde denenmelidir • Su gereksinimi yüksektir • Yağışlı, nemli ya da bataklık topraklarda yaşarlar • Su gereksinimi ise sürekli olarak derin sulama

Kurak koşullara uygun bitkiler, nemli topraklarda yaşamayı sevmezler. Hiçbir bitki sıfır su koşullarında yaşayamaz, ancak bu gruba giren bitkiler, sıfır su koşullarında doğal olarak sağlanan sulamanın dışında sulamayı hiç gerektirmezler ya da pek az miktarda sulamaya gereksinim gösterirler. Kaktüsler, adaçayları gibi çok yıllık otsu türler bu gruba girer. Kuraklığa toleranslı bitkiler, kurak dönemlerinde, kök kitlesi zonu yüzeyine her hafta verilecek şekilde 2,5 cm tabak kalınlığındaki bir su hacminden daha az su ile yaşamlarını sürdürebilirler. Aslında bu bitkiler, kuraklık koşullarının hâkim olmadığı durumlarda iyi bir gelişme yaparlar. Dianthus, Echinacea, mera ve çayır gibi türler bu gruba girer. Kuraklığa toleranslı olmayan bitkilere gelince, bunlar ani kuraklıklara karşı dayanıksızdırlar. Hostalar, birçok eğrelti otları, orman gülleri ve bataklık bitkileri bu narin bitkilerin örneklerini oluştururlar (Omay 1978).

Su tüketimi, bitki yapraklarındaki terleme ve toprak yüzeyindeki buharlaşma miktarı ile ölçülür. Bu, bitkinin normal buharlaşma ve terleme sonucunda tükettiği su miktarıdır. Bu su tüketimi miktarı mevsimden mevsime ve bölgeden bölgeye büyük ölçüde değiştiği gibi bitki tipleri itibariyle de farklılık göstermektedir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 Farklı bitkilerin su tüketimleri (Sarıkoc 2007).

Bitki Tipi	Su Tüketimi (mm/hafta)
Çimler	38,1 – 50,8
Yer örtücüler	12,7 – 25,4
Çalılar	25,4
Ağaçlar	25,4 – 38,1
Güller	50,8
Çok yıllıklar ve tek yıllıklar	38,1 – 50,8
Sebzeler	>50,8

Sulamada bitki türünün en hızlı büyüme dönemindeki zorunlu su gereksiniminin bilinmesi gerekmektedir. Bitkinin su isteği evapo- transpirasyon (bitkinin su tüketimi ve buharlaşma ile birlikte toplam su kaybıdır) oranıyla ilişkilidir. Evapo-transpirasyon oranı; bitkinin normal evaporasyon ve transpirasyon aracılığıyla dışarıya verdiği suyun miktarın ifade etmektedir. Evapotranspirasyon iklimsel parametrelere göre bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Örneğin; sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve güneşlenme faktörleri evapo-transpirasyon üzerine önemli etkide bulunmaktadır (Sarıkoc 2007).

2.3.5 Mevcut Sulama Süresi

Mevcut sulama süresi golf alanları gibi büyük alanlı projelerin kapsamında dikkate alınması gereken bir konudur. Su ihtiyacını ve ne kadar sürede su ihtiyacının karşılanacağını belirlenmesinde önce pompa büyüklüğünün belirlenmesi gerekir. Herhangi bir zamanda daha çok sprinkler verilen, daha çok su ihtiyacı karşılayacak ve daha büyük bir su kaynağına ihtiyaç duyacaktır. Sabahın erken saatleri sulama işlemi için en uygun zamandır. Çünkü rüzgâr hızı tipik olarak düşüktür, ayrıca buharlaşma minimumdur ve bitki yaprakları uzun bir dönem boyunca neme ihtiyaç duymaz (Sarıkoc 2007).

2.3.6 Binaların, Ağaçların ve Diğer Öğelerin Konumu

Planlama yapılırken sprinklerin konumları önemsenmeli ve alandaki yerleri işaretlenmelidir. Sprinkler direk olarak ağaçların veya çalılarının üzerine ve çok yakın mesafede püskürtülmemelidir. Çünkü bitkiler üzerinde oluşacak bu aşırı basınç, zarara sebep olabilir ve yakın çevresindeki nesnelere işlevini aksatabilir. Sprinklere yakın konumlandırılmış binalar sprinklerin çalışmasıyla suyun boşa harcanmasına, aşırı doymuş alanların oluşmasına ve taş

briket gibi yapı malzemelerinin görünümlerinin ve renklerinin bozulmasına neden olur. Ayrıca yürüyüş yollarında genellikle sprey başlıkları yerine büyük döner başlıkların kullanılması tercih edilir. Sprinklerin dönüş açıları sadece yeşil alanları ıslatacak biçimde ayarlanır (Sarikoç 2007).

2.3.7 Su Kaynağı

Yağmurlama sulama yöntemlerinde her türlü su kaynağından yararlanılabilir. Sulama sistemleri aracılığıyla su, su kaynakları olarak bilinen göller, havuzlar, su depoları, akarsu ve nehirlerden kolaylıkla sağlanabilir. Özellikle düşük kotlardaki akarsu ya da kuyulardan su alınıyorsa, suyu arazi yüzeyine çıkarmak için bir pompa birimine ihtiyaç duyulacak ve pompa maliyeti ile enerji masrafları söz konusu olacaktır. Diğer bir deyişle birim su maliyeti yüksek olacaktır. Ayrıca fabrika atığı sular da sulama amaçlı kullanılmaktadır. Fabrika atığı sular kullanılmadan önce analiz edilir, işlemde geçirilir ve kullanılır. Su miktarında sediment ya da yüzücü cisim içeriyorsa, bu maddelerin çökeltme havuzları ya da süzgeçlerle tutulduktan sonra, sisteme verilmesi gerekir (Sarikoç 2007).

2.3.8 Su Kalitesi

Dünya'daki suyun ancak %1'i tatlı sudur. Bu tatlı suyun da %99'u yeraltındadır. Yer altı suyunu bulmak ve çıkarmak, yüzeysel suları işlemek, deniz suyunu tuzundan arındırmak ve benzerleri çok masraflı olduğundan, mevcut su kaynaklarının korunması ve etkili bir şekilde kullanılması artan bir önem taşımaktadır (Sarikoç 2007). Son yıllarda su kaynaklarının giderek azalması ve sulanan alanların genişlemesi nedeniyle özellikle atık suların arıtılıp kullanılması üzerinde çok fazla çalışılmaktadır. Sulama amaçlı kullanılacak olan suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Su kaynağı kullanılmadan önce analiz edilmelidir. Her su, sulama için elverişli değildir. Sulama suyu; havalandırılmış olmalıdır, fazla madeni maddeler içermemelidir, acı, tuzlu ve kireçli olmamalıdır, soğuk olmamalıdır. Su içerisinde sediment miktarının fazla olması ve filtreleme yapmadan kullanılması durumunda yağmurlama ve damlama sistemlerinin kullanılmasına engeller. Bu tip ekipman ise pahalı ve zahmetlidir. Sediment yüzey sulama sistemlerinde kanalların dolmasına, arazide parsel yüzeylerinde birikerek arazi yüzeyinin yükselmesine neden olur. Sulama suyunun en önemli fiziksel özelliği sıcaklığıdır. Su ve dolayısıyla toprak sıcaklığı bitkilerin gelişimi üzerine doğrudan etkilidir. Örneğin ilkbaharda yapılan sulamalar suyun soğuk oluşu yüzünden toprağı soğutur

ve sonuçta bitkinin gelişmesini engeller; buna karşın yazın yapılan sulamalar bitki büyümesini hızlandırır. Genelde sulama suyu sıcaklığının 15°C dolayında olması arzu edilir. Sıcaklığın 7–8°C'den düşük olması büyüme üzerinde olumsuz etki yapabilir. Sulama amacıyla kullanılan su, nehir, göl, rezervuar, kuyu gibi çeşitli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu kaynaklar tuz, klor ve sanayi atıkları gibi çeşitli kimyasal ve fiziksel maddeler içermektedir. Bunlardan özellikle tuzun bitki büyümesine ve topraklara zararlı etkisi olacaktır (Güngör 2005).

2.3.9 Farklı Toprak Sınıfları

Bitkiler, gelişmeleri için gereksindikleri suyun tamamına yakın bir bölümünü kökleri aracılığıyla topraktan alırlar. Sulamadan beklenen yararın sağlanması ve istenen düzeyde kalite elde edilmesi, büyük ölçüde, gelişme döneminde etkili bitki kök derinliğindeki toprakta yeter nemin bulundurulmasına ve toprak, bitki ve su ilişkileri arasında iyi bir dengenin kurulmasına bağlıdır. Bu dengenin kurulması için toprak, bitki, su ile ilgili temel ilişkiler iyi bilinmelidir (Güngör 2005).

Sulama sistemleri kullanılırken; bitki, toprak ve su ilişkisi hakkında bazı bilgilerin bilinmesi gerekir. Bu elemanların birbirleriyle olan ilişkileri dikkate alınmalıdır. Gözenekli bir yapıda olan toprak içinde suyun belli oranda tutulması mümkün olup, bu oranın en büyük değeri teorik olarak toprak porozitesine eşittir. Doyma noktası ya da saturasyon noktası olarak adlandırılan bu durumda, toprağın bütün boşlukları su ile doludur. Pratikte doyma noktasına ulaşılması çok zordur. Çünkü sulama sırasında ne kadar su verilirse verilsin toprak içindeki bir kısmı toprak içerisindeki bir kısım hava boşluklarda hapsolür. Ender durumlarda gözenek hacminin %85-90'ı su ile dolar. Bu nedenle, doyma noktası teoride kalır (Güngör 2005).

Toprağın su tutma kapasitesinin tamamı değil, ancak %5-10'u bitki için kullanışlıdır. Eğer bitki bu kullanılabilir su hacmini hemen harcarsa solar. Daha önce de belirtildiği gibi, su sıkıntısı devam eder ve toprak aşırı derecede kurursa ölür. Toprağın 15 cm derinliğindeki su tutma kapasitesi ile ilgili bazı değerler Tablo 2.5'de verilmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere, tarla kapasitesi, örneğin killi topraklarda yüksek, kumlu topraklarda ise düşük değerlere sahiptir.

Tablo 2.5 Farklı toprak bünyelerinin su tutma özellikleri (Güngör 2005).

Toprak Tipi	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Kullanılabilir Su (%)	15 cm Derinliğindeki Toprağın Su Alma Kapasitesi (mm)
Kumlu	8	3	5	10,2
Tınlı	20	10	10	22,9
Killi	30	15	15	35,6

Bitkilerin toprakta yaşamlarını sürdüreceği kadar su bulamadığı, ya da bitki köklerinin emme gücü olan en fazla 15 atm'lik bir güçle topraktan suyunu alamadığı, solmaya başladığı ve toprağa su verilse bile eski durumlarına dönemediği durumda, toprakta bulunan nem miktarına solma ya da pörsüme noktası denilir. Solma noktası killi topraklarda yüksek, kumlu topraklarda ise düşük değerlerdedir. Bitki yetiştirilen toprağın içerdiği su miktarının solma noktası kadar düşürülmesi, bitkide fizyolojik değişimlere neden olur ve sonuçta bitki ölür (Güngör 2005).

Suyunu tam alan bitkiler sağlıklı yapraklara ve normal büyüme hızına sahiptir. Sulamanın yetersizliğini bitkiler genel olarak şu tip tepkileri ile yansıtır; bazı bitkilerde, su sıkıntısının ilk işareti olarak parlak yapraklar donuklaşır, büyüme çok yavaşlar ve durur, çiçekler hızla solar ve erken ölür, yeşil yapraklar kahverengileşir; kurur ve düşer, yeni ve eski yapraklar canlı değil, solgundur.

Sulama sistemi tasarımında infiltrasyon hızı ve tarla kapasitesi olmak üzere iki temel toprak özelliği önem kazanır. İnfiltrasyon hızı; toprak tarafından 1 saatlik sürede absorbe edilen su miktarını ifade etmektedir. İnfiltrasyon, toprak tipi ve yüzey eğimine bağlı bir faktördür. Tipik olarak kumlu topraklar daha yüksek, killi topraklar daha düşük infiltrasyon hızına sahiptir. Aynı şekilde, düz ya da hafif eğimli topraklarda infiltrasyon hızı, yüzey akışı fazla olan eğimli topraklara oranla daha yüksek olmaktadır. Diğer bir ifade ile toprağın eğim derecesi arttıkça yüzey akışının fazlaşması nedeniyle infiltrasyon hızı düşmektedir. Tarla kapasitesi ise toprağın serbest drenaj koşullarında fazla suyunun yer çekimi kuvveti etkisiyle drene olmasından sonra toprak tarafından tutulan su hacmini (nem miktarını) ifade eder. Toprağın su alma hızı mm/s ya da cm/s olarak ölçülür. Bir toprağın su alma hızları toprak tipine ve arazi eğimine bağlıdır. Diğer bir ifade ile su alma hızı, birim zamanda birim alandan toprak içerisine giren suyun hacmidir ve hız boyutuna sahiptir (Tablo 2.6) (Güngör 2005).

Tablo 2.6 Toprak tipi ve arazi eğimine göre toprağın su alma hızları (Güngör 2005).

Eğim	Kumlu Toprak (mm/s)	Tınlı Toprak (mm/s)	Ağır Toprak (mm/s)
%0-5	19,0	12,7	6,3
%6-8	15,2	10,2	5,1
%9-12	14,0	7,6	4,3
%13-20	8,9	5,1	2,5
%20<	6,3	3,8	1,8

2.3.10 Maliyet

Sulama sistemlerinin tesis ve işletme giderleri, sulanacak alanlardan sağlanacak gelir artışı ve ekonomik olanaklarla denge halinde olmalıdır. Yüzeysel sulama yöntemleri, yağmurlama ve damlama sulama yöntemleriyle karşılaştırıldığında ilk tesis ve işletme bakım masrafları yönünden daha avantajlı olduğu görülür. Yüzeysel sulama yöntemleri için gerekli işçilik miktarı ve işletme giderleri dağıtım sisteminin tipi ve konumu, parsel büyüklüğü gibi etmenlere bağlıdır. İşletme masrafları yüzeysel sulama sistemlerinde minimumdur. Bu tip yöntemlerde sulama mevsimi başlangıcında yapılacak yıllık arazi hazırlanmasından başka işçilik gereksinimi yok denecek kadar azdır. İdeal olarak sulama sistemi, suyu randımanlı olarak kullanılmalıdır. Kurulması kullanımı ve tamiri de kolay olmalıdır. Bu amaçla peyzaj uygulamalarını sulamak için çok sayıda yaklaşım vardır. Bunlar tesis maliyetini, yıllık su uygulamalarını minimize etmek için veya alandaki bitkilerin farklılıklarını ve karmaşıklığın karşılamak için tek başına veya belli kombinasyonlarla kullanılır. İdeal sistem, suyu etkin bir şekilde kullanır. Ayrıca kolay kurulur, bakımı ve onarımı kolay sağlanır.

Sulama sistemlerinin kullanıldığı ve uygun sulama metotlarının uygulandığı sulama çalışmaları uygulama alanlarında oldukça pratik olup maddi boyutu genellikle yüksektir. Bununla birlikte sulama sistemleri her türlü arazide uygulanamamakta olup sınırlı uygulamaları sınırlı uygulama sahaları vardır (Güngör 2005).

2.4 OTOMATİK SULAMA SİSTEMLERİ

Sulama sistemi, su kaynağından sulanacak alana kadar getirilen sulama suyunun bitki kök bölgesine verilmiş biçimini olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal alanların ve peyzaj uygulamalarının sulanmasında yüzeysel sulama yöntemleri ve basınçlı sulama yöntemleri

adı ile tanımlanan sulama yöntemleri kullanılır. Yüzeysel sulama yöntemlerinde su, arazi yüzeyine belirli bir eğim doğrultusunda yer çekiminin etkisiyle ilerlerken bir taraftan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve istenen miktarda su bitki kök bölgesinde depolanır. Bu yöntem daha çok tarımsal alanların sulanmasında kullanılır. Peyzaj uygulamalarında ise çok ender başvurulan bir yöntemdir (Aşillioğlu 2005).

Basınçlı sulama yöntemlerinde ise, sulama suyu kaynaktan bitkiye kadar basınçlı borularla iletilir ve dağıtılır. Sulama suyu basınç altında ya doğal yağışa benzer biçimde bitkiye verilir (yağmurlama sulama) ya damla damla toprak yüzeyine verilir, ya da toprak altına gömülü borulardan ve ya borulara takılmış emitörlerden sızdırılır (damla sulama) (Aşillioğlu 2005).

Peyzaj uygulamalarının sulanmasında yüzeysel sulama sistemleri estetik kaygılar ve su sınırlaması nedeniyle kullanım bulamamıştır. Buna karşın yaygın olarak kullanılan yöntem basınçlı sulama sistemleri olan yağmurlama sulama ve damla sulama sistemleridir. Çim alanların ve nemden kaynaklanan hastalıklara hassasiyeti olmayan bitkilerde sabit yağmurlama sisteminin kullanılması uygun olur; diğer tüm bitkiler için en pratik ve etkili yöntem damla sulama sistemidir (Aşillioğlu 2005).

2.4.1 Yağmurlama Sulama Sistemi

Yağmurlama sulama yönteminde su, sulanacak arazi üzerine belirli aralıklarla yerleştirilen yağmurlama başlıklarından toprağa tabii yağışta olduğu gibi ince zerreler halinde verilir. Yağmurlama sulaması bu sebeple tabii sulamaya en yakın sulamadır. Bu yöntemde, istenilen miktarda su bitki kök bölgesinde depolanana kadar sulama işlemi devam eder. Suyun sulama başlıklarından basınç altında püskürtülebilmesi için, kaynaktan başlıklara kadar uzanan basınçlı bir boru sisteminin kullanılması ve gerekli basıncın pompa ya da yer çekimi ile sağlanması gerekir (Erakın 2000).

Yağmurlama sulama sistemi, genellikle yüzeysel sulamanın erozyona sebep olacağı fazla eğimli arazilerde, aşırı geçirgen topraklarda, düzgün olmayan fazla tesviye ihtiyacı bulunan bölgelerde ve toprak kalınlığının sığ olduğu yerlerde en iyi uygulanan metottur. Bu metotta su, istenilen miktarda ve hızda toprağa verilebildiğinden, sulama sırasında diğer sistemlere

göre, yüzeysel akış ve derine sızma ile su kaybı az olur dolayısıyla randımanı yüksek bir metottur. Yağmurlama sulamayı genel kullanım şekilleri açısından üç grupta inceleyebiliriz (Erakın 2000);

- **Taşınabilir Tipler:** Bu sistemde tüm birimler, ana ve lateral boruların, pompa ve motorun çalışma esnasında yer değiştirmesi söz konusudur. Tarla tipi yağmurlama metodu olarak da adlandırılan bu sulama şekli, birden fazla konumda kullanılabilmesi sebebiyle tesis masrafları diğer tiplere kıyasla daha azdır. Fakat işletme ve bakım masrafları diğer tiplere kıyasla daha fazladır (Erakın 2000).

- **Yarı Taşınabilir Tipler:** Bu tipte ana boru, pompa ve motor belli bir yerde sabit kalmakta, yağmurlama başlıkları ise hareketli olup gerekli yerlere konumlandırılmaktadır. İlk tesis masrafları taşınabilir tiplere göre daha fazladır. Ancak işletme masrafları taşınabilir tiplerden daha azdır (Erakın 2000).

- **Sabit Tipler:** Sistemi oluşturan ana boru, pompa, motor ve lateral boru gibi sistemi oluşturan tüm elemanlar sabittir ancak yağmurlama başlıkları istenildiğinde sökülüp takılabilen yarı sabit sistemlerde kurulabilir (Erakın 2000).

Düzenlenmiş mekânların sulanmasında estetik ve kullanım kolaylığı bakımından sabit yağmurlama sistemleri tercih edilir. Diğer tipler ise daha çok tarım alanlarının sulanmasında kullanılır.

2.4.1.1 Yağmurlama Sulama Sistemi Temel Öğeleri

Bir yağmurlama sulama sistemini oluşturan temel öğeler aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Yazgan 1993);

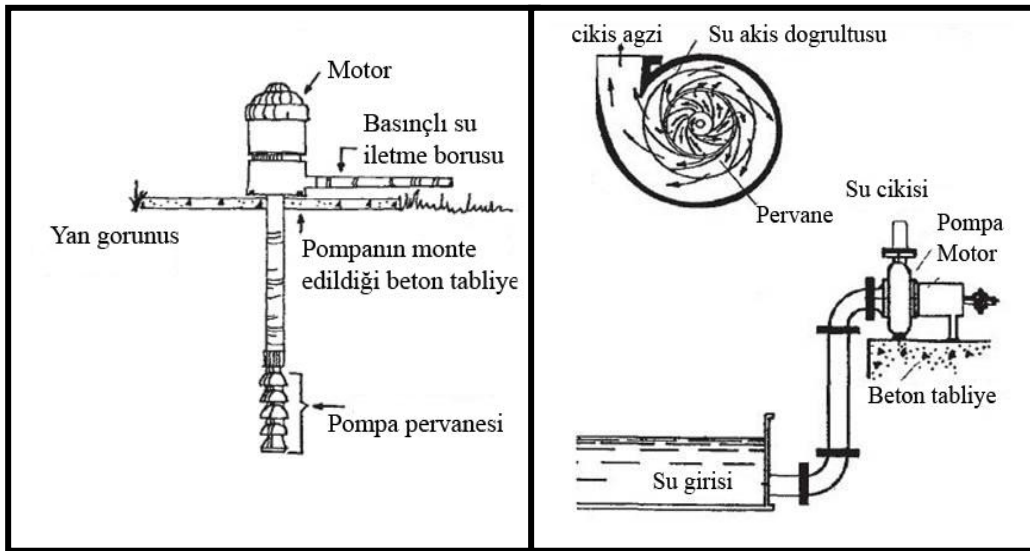
I. Sulama Suyu Kaynağı

Yağmurlama sulama sistemi için su kaynağı, bölgesel basınçlı bir boru hattı, bir su depolama birimi, bir su kanalı ya da bir kuyu olabilir. Su kaynağı yüksekteyse su, kaynaktan yer

çekimsel olarak da (yer çekimi etkisiyle enerji harcanmadan) sağlanabilir. Fakat kimi durumlarda, pompalamaya gerek vardır. Kaynak ne olursa olsun, sağlanacak sulama suyunun, başlık memelerini tıkamayacak biçimde kum, yaprak vb. maddelerden bir filtre yardımı ile süzülmesi gereklidir (Yazgan 1993).

II. Pompalama Birimi ve Enerji Kaynağı

Yağmurlama sistemlerinin belirli bir basınçta çalışabilmesi için bir enerji gücüne gereksinimi vardır. Bunlar akaryakıt ya da elektrik enerjisinden güç alan motorlardır. İşletme bakım kolaylığı açısından elektrik motoru ile çalışan pompalar tercih edilmektedir. Sulama sistemlerinde iki tip pompa kullanılmaktadır. Bunlar yatay santrifüj (Şekil 2.2) pompalar ve düşey türbin pompalardır. Yatay santrifüj pompalar düşey türbin pompalara göre daha az masraflı ve daha az verimlidir. Santrifüj pompalar, pompa ile su kaynağı arasındaki kot farkının 10 metre'den kısa olduğu su kaynaklarında örneğin sığ kuyularda; türbin pompalar ise hem sığ hem de derin kuyularda kullanılmaktadır. Düşey türbin pompalar için kuyu derinliği 300 metre'den fazla olabilmektedir (Yazgan 1993).



Şekil 2.2 Düşey türbin pompa ve santrifüj pompa (Yazgan 1993).

III. Su Dağıtım Boruları

Pompalanan suyu, bir basınç altında sulama başlıklarına ileten, galvaniz, alüminyum, PVC, PE gibi çeşitli hammaddelerden üretilen borulardır. İletim ağı ana ve lateral borulardan

oluşur. Ana boru suyu kaynaktan laterallere ileten borudur. Lateraller, suyu ana borudan başlığa aktaran borulardır, ana boruya göre daha küçük çaplı borulardır.

Sulama sistemlerinde kullanılan borular sistemin verimli çalışabilmesi açısından belirli özelliklere sahip olmalıdır. Kullanılan boruların içleri pürüzsüz olmalı, korozyona, sistemin çalışma basıncına, eğilmeye burulmaya, delinmeye karşı dayanıklı olmalıdır (Yazgan 1993).

IV. Bağlantı Parçaları (Fitingler)

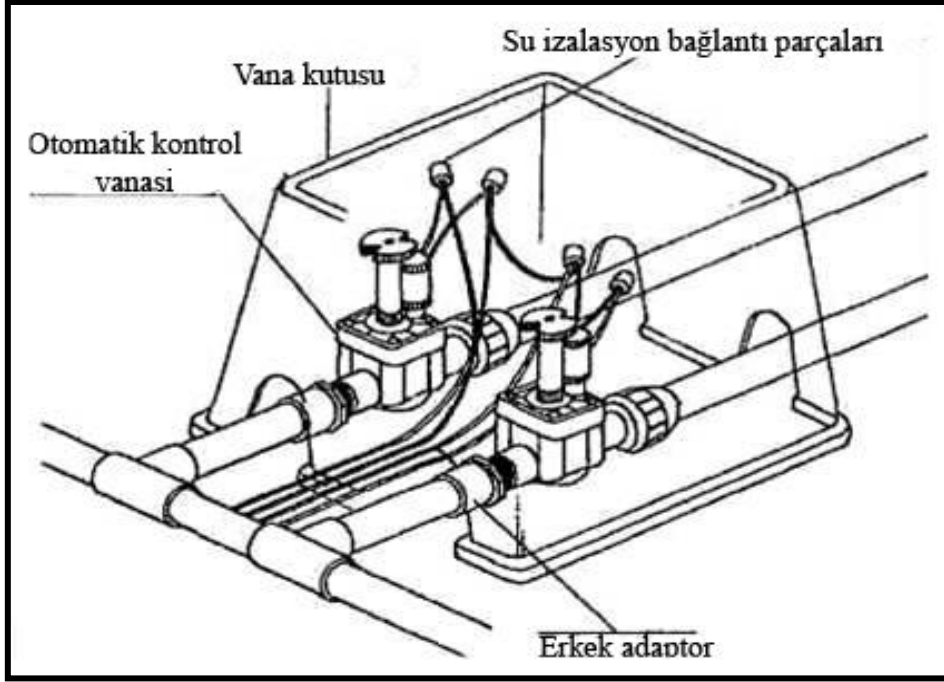
Sulama sistemlerinde boruların birbirine eklenmesi, yönlendirilmesi ve bağlantılarının yapılmasını sağlayan (flanş, dirsek, redüksiyon, kör tapa, priz kolye, kayar manşon, deveboynu, kuğu boynu, nipel vb.) ek parçalardır (Yazgan 1993).

V. Vanalar

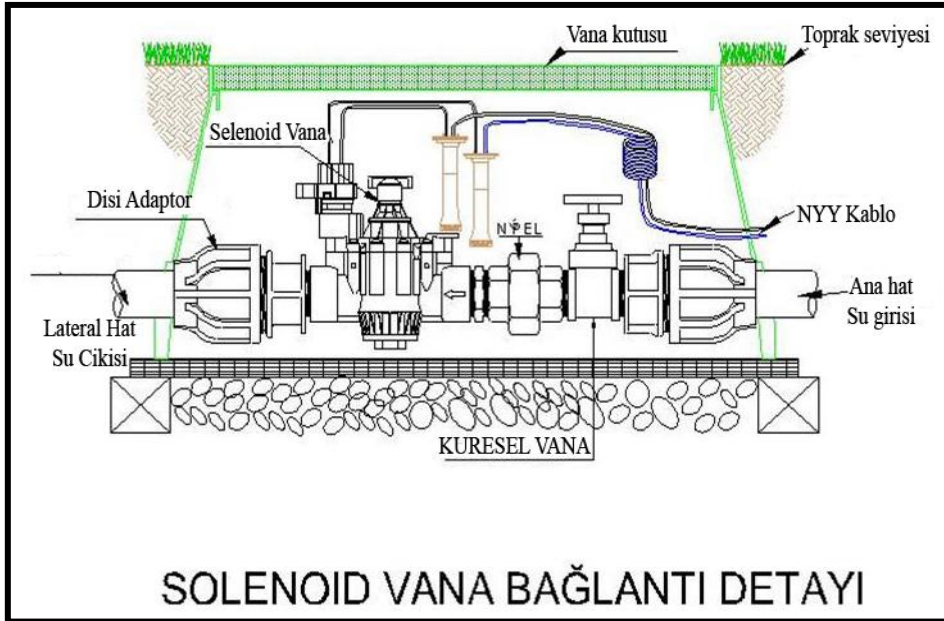
Yağmurlama sistemlerinde çeşitli amaçlara hizmet eden vanalar kullanılmaktadır. Belli başlıları şu şekilde sıralanabilir;

Acil Kapama Vanaları: Bu vana sulama kaynağına mümkün olan en yakın mesafede sisteme monte edilir. Bu vana kullanılmazsa ana boru ya da sulama vanalarında çalışma yapılacağı zaman su deposuna gelen suyun kesilmesi gerekir.

Kontrol Vanaları: Bu vanalar su kaynağından sprinklere giden su akışını denetleyen, vanalardır. Otomatik kontrol vanası (Şekil 2.3) ya da manuel olabilirler. Otomatik olanlar elektrikli ya da hidroliktirler. Genelde sistemin otomatik açılıp kapanmasını sağlayan kontrolörlere monte edilirler. Metal ya da plastik malzemeden üretilirler. Bu vanalar farklı amaçlar için kullanılabilirler; ana boru, manifold ve laterallerin girişine yerleştirildiklerinde, seksiyonlara ayrılmış sistemlerde sulama suyunun farklı seksiyonlara yönlendirilmesinde kullanılırlar. Bu vanalar sabit sistemlerde ana boru ve manifoldların son uçlarına yerleştirilerek, sistemin basınçlı suyla yıkanıp sediment veya kalıntılardan temizlenmesini sağlayabilirler. Bunlara yıkama tipi boşaltım vanaları da denir. Şekil 2.4'de otomatik kontrol vanasının detayı gösterilmiştir (Yıldırım 1994).



Şekil 2.3 Otomatik kontrol vanası (Yıldırım 1994).



Şekil 2.4 Otomatik kontrol detayı (Çizen: Cem Küçüksayan 2008).

Kontrol vanalarında iki tip söz konusudur;

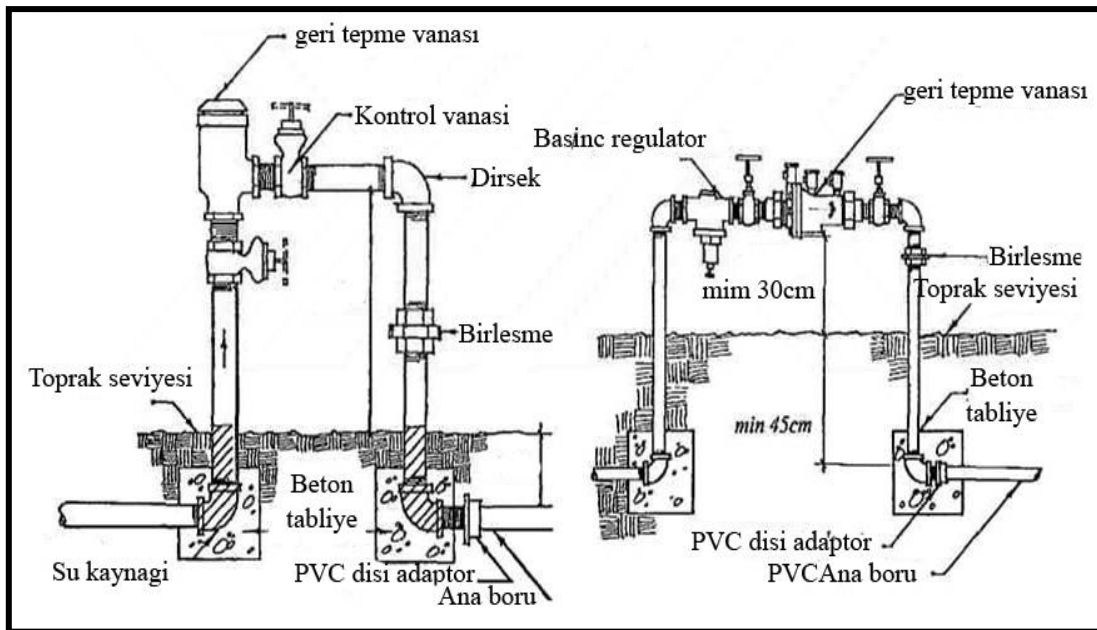
Globe Vanalar: Vana su girişi vananın alt kısmındadır. Globe vanalarda farklı boyutlar söz konusu olabilir. Genelde yer altında bir kutu ya da kasa içine monte edilirler. Globe vanaların

dezavantajı bünyelerinde geri tepme vanası içermemeleridir. Bir geri tepme vanası sisteme ayrıca monte edilmek durumundadır (Yıldırım 1994).

Anti - Sifon Vanalar: Bu vanalar yer üstüne monte edilirler ve en yüksek sulama başlığından 15 cm daha yükseğe yerleştirilmelidirler. Bu demektir ki kullanılacak vana arazinin en yüksek yerine yerleştirilecek ve su kaynağından vanaya ana boru ile su pompalanacaktır. Bu durumda ana boru en az 45 cm derine gömülmelidir. Bunun nedeni yerçekiminin neden olacağı ters akımların önüne geçebilmektir (Yıldırım 1994).

VI. Geri tepme vanaları (backflow preventers):

Boru hatlarındaki karşı doğrultuda geri gelen akışları denetlerler. Değirilen nitelikteki akışların önlenmesi özellikle gübre ve kimyasal maddelerin sisteme verildiği zamanlarda su kaynağının kirlenmemesi bakımından önemlidir. Su kaynağı olarak şehir şebekesinden yararlanıldığı durumlarda, sulama suyunun içme suyuna karışmasını önlemek amacı ile de kullanılırlar. Bu vanaların verimli çalışması isteniyorsa anti sifon vanalar gibi sistemin toprak yüzeyinden 30 cm yukarı ya da vana tarafından kontrol edilen en yüksekteki yağmurlama başlığından daha üst bir kotta monte edilmeleri uygun olur. Şekil 2.5’de geri tepme (geri akış önleme) vanası tesisi ve anti-sifon vana sistemi gösterilmiştir (Yıldırım 1994).



Şekil 2.5 Geri tepme (geri akış önleme) vanası tesisi ve anti-sifon vana tesisi (Yıldırım 1994).

VII. Akış düzenleyici vanalar:

Sabit su akışını koruyan vanalardır. Yağmurlama başlıklarına gelen suyun miktar ve basıncını düzenlerler. Buna göre başlığın debisinde bir değişim söz konusu ise, bu düzenleyicinin belirlenen miktarı verecek biçimde değiştirilmesi gerekir. Bu vanalar ana boru, manifold ve laterallerin girişlerine yerleştirilmektedir (Yıldırım 1994).

VIII. Akım denetim vanaları (Surge Control Valves):

Boru hatlarının dolması ve boşalması sırasında meydana gelen hızlı akımların denetiminde kullanılır. Bu vanalar pompaların çıkışlarına yerleştirilirler otomatiktirler (Yıldırım 1994).

IX. Basınç düzenleyici vanalar:

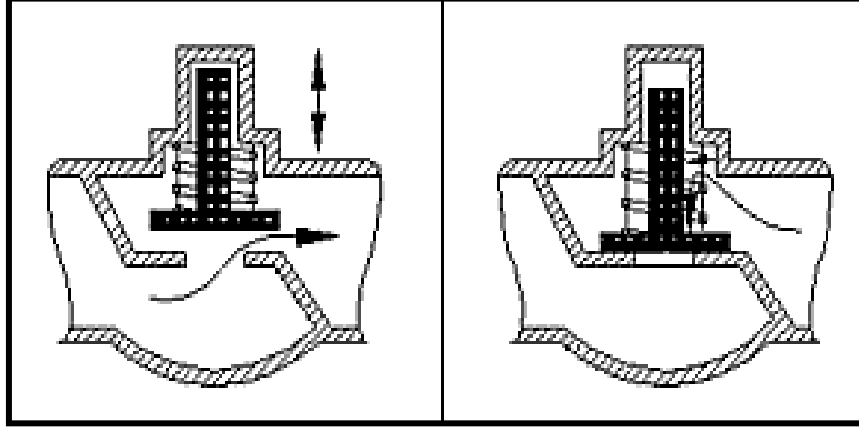
Akış miktarı ve giriş basıncı değişmedikçe sistem basıncının sabit bir düzeyde tutulmasını sağlarlar. İşletme basıncının türdeş su dağılımını güçleştirdiği yerlerde kullanılan otomatik vanalardır. Yağmurlama başlıklarına ilişkin basınç değerlerinin belirli bir düzeyde tutulması amacıyla başlıkların altına monte edilirler (Yıldırım 1994).

X. Otomatik dren vanaları:

Düşük basınçla çalışırlar. Basınç sıfıra yakın bir değere geldiğinde vana kendiliğinden açılır ve hattın boşaltımı sağlanır (Yıldırım 1994).

XI. Çek valfler (Tek yönlü vanalar) :

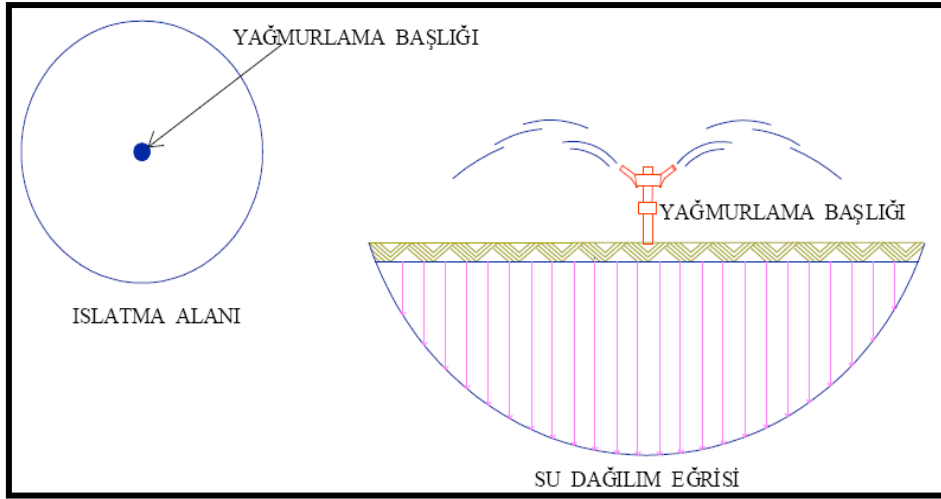
Pompanın basma borusunda kullanılır. Pompanın durdurulması esnasında suyun basma borusunda kalmasını sağlar. Pompaya doğru ters akış oluşmasını fiziksel bir bariyer oluşturarak engeller. Şekil 2.6'da çek-valflerin çalışma prensibi gösterilmiştir. (Yıldırım 1994).



Şekil 2.6 Çek-valflerin (Tek yönlü vanalar) çalışma prensibi (Yıldırım 1994).

XII. Sulama Başlıkları

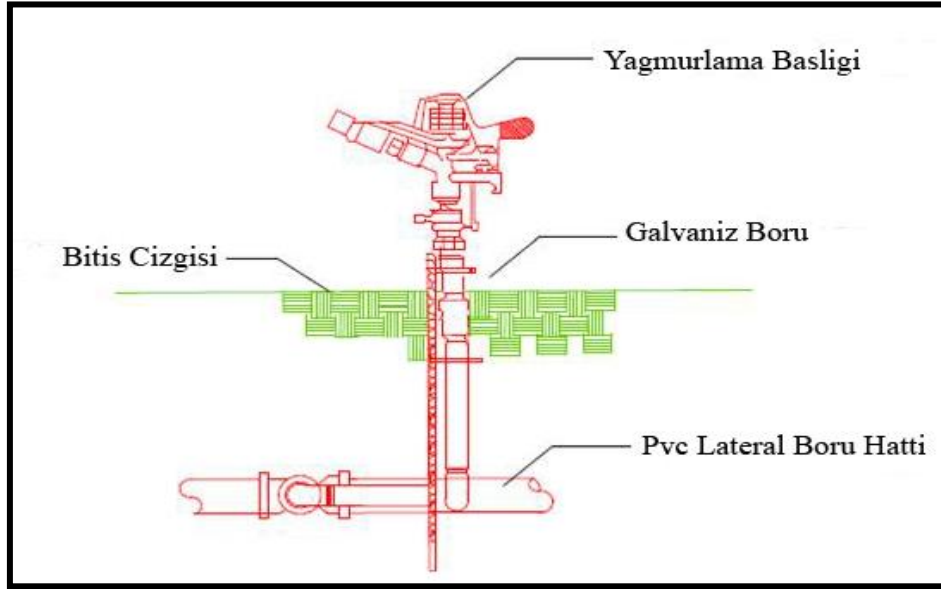
Yağmurlama başlıkları, sulanacak alana suyu dağıtan sistem elemanlarıdır. Genellikle bir gövde ve sulama memesinden oluşur. Bir yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti ve elemanlarını göstermektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Yağmurlama başlığının toprak yüzeyindeki kesiti
(Çizen: Cem Küçüksayan 2009).

Yağmurlama başlıkları daire biçiminde bir alanı ıslatırlar. Bu alana ıslatma alanı denir. Islatma alanının kesitine ise su dağılım eğrisi adı verilir.

Sulama sistemlerinde en üst düzeyde verim elde edilmek isteniyorsa yağmurlama başlıkları hem yarım daireli hem de tam daireli açılarla düzenlenir (Sarıkoc 2007).



Şekil 2.8 Yağmurlama başlıklarında ıslatma alanı ve su dağılımı
(Çizen: Cem Küçüksayan 2009).

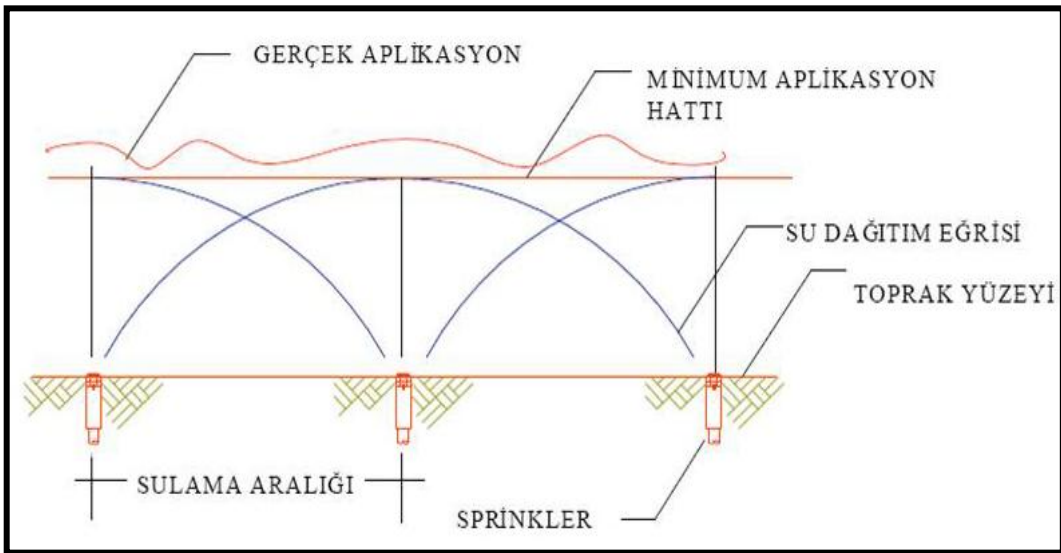
Alanda tam dairesel sprinklerin kullanılması olumlu sonuç vermez. Bu şekilde bir kullanımla istenmeyen alanlar ıslanmış olur. Su dağılım eğrisinde Şekil 2.8’de görüldüğü üzere; yağmurlama başlığının yakınına fazla su düşmemekte ve ıslatma alanının çeperine yaklaştıkça düşen su miktarında azalmaktadır. Yağmurlama başlıkları, ıslatma alanları birbirlerini belli oranlarda örtecek biçimde yerleştirilerek su dağılım desenleri elde edilir. Böylece alanın her tarafına eş bir su dağılımı sağlanmış olur. Şekil 2.9’da yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su uygulama düzeni görülmektedir (Sarıkoc 2007).

Yağmurlama başlıkları uygun olarak tertip aralıkları randımanlı bir su dağılım deseninin elde edilmesi yönünden birleştirilir. İşletme basıncı ile tertip aralıklar uygun olarak seçilmediğinde kötü bir su dağılımı elde edilir.



Şekil 2.9 Yol kenarı yağmurlama başlıkları ıslatma deseni (URL-1 2009).

Su dağılım eğrisinin randımanlı olabildiği, en uygun basınç yükü sınırları değişik yapıdaki her başlık için farklıdır. Bu sınırı, aynı zamanda, meme büyüklüğü de etkiler. Islatma eğrisi farklı olabilmekle birlikte genellikle üçgen biçimindedir. Şekil 2.10'da yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağıtım düzeninin toprak üzerindeki konumu görülmektedir (Sarıkoc 2007).



Şekil 2.10 Yağmurlama başlıklarının birbirini örtecek şekilde planlanmış su dağıtım düzeni (URL-2 2009).

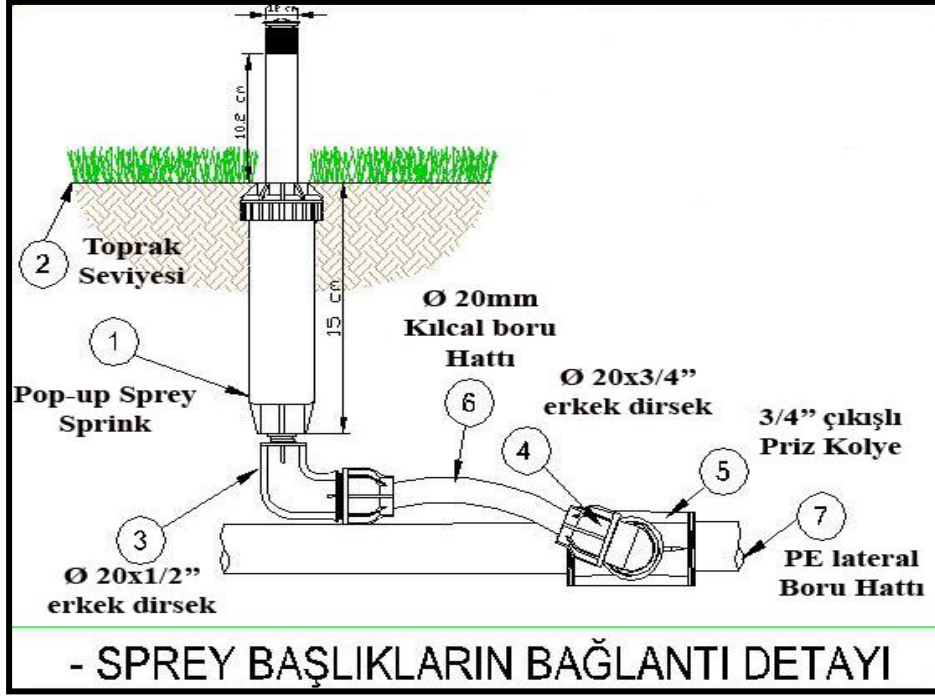
Yağmurlama başlıkları; dönüş hızlarına, işletme basıncına ve başlıkların işlevlerine göre sınıflandırılabilirler (Sarikoç 2007) ;

- Dönüş hızlarına göre; başlık dönme hızı dakikada 1 devirden az ise yavaş dönen, 1 devirden fazla ise hızlı dönen başlık adını alır.
- İşletme basıncına göre; işletme basıncı 2 atm az ise düşük basınçlı, 2-4 atm ise orta basınçlı, 4 atm fazla ise yüksek basınçlı başlık tipi söz konusudur.
- İşlevlerine göre; tarla ve bahçe olmak üzere ikiye ayrılır. Tarla başlıklarının olağan püskürtme açısı 30°'dir. Bahçe yağmurlama başlıkları alttan ve üstten su verebilen tiptedir.

Çim ve yer örtücü gibi bitkisel peyzaj elemanları ile kaplı alanların sulanmasında kullanılan yağmurlama sulama sistemleri donanım türüne göre iki ana tip içinde sınıflandırılmak üzere; Püskürtücü (sprey) başlıklı sistemler ve döner (rotor) başlıklı sistemlerdir. Genel anlamda püskürtücü başlıklı sistemler küçük aplikasyonlu düzenlemelerde daha çok tercih edilirken, döner başlıklı sistemler büyük çaplı peyzaj uygulamalarında kullanılması uygundur (Sarikoç 2007).

XIII. Püskürtücü (Sprey) Başlıklı Sistemler

Şekil 2.11'de sunulan sistem püskürtücü (sprey) pop-up başlığının toprak altındaki kesitinin bir görünüşüdür. Pop-up başlıklı ekipmanlar genellikle bitiş çizgisinde zeminle birlikte çalışan düzeneklerdir. Sistem çalışmaya başladığında sadece sprinklerin üst yüzeyleri gözüktür. Lateral vanalar açıldığında ise hatlarda bulunan sprinkler basınçla dolar. Basınçla yukarı çıkan pop-up sprinkleri normal bir şekilde çalışmaya başlarlar (Sarikoç 2007).



Şekil 2.11 Püskürtücü (Sprey) Pop-up başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti (Çizen: Cem Küçüksayan 2009).

Çim alanlarda kullanılan püskürtücü başlıklar çim veya kauçukla kaplandığı için ‘çim başlıkları olarak adlandırılır. Bu başlıklar çim zemini ile aynı seviyede hem zemin tesis edilir. Başlık gövdesi içinde bulunan memeli bir dil, sulama esnasında yuvasından yukarı çıkar yükselir ve sulama işi bittiğinde alçalarak tekrar yuvasına çekilir. Şekil 2.12’de çim ve kauçuk ile kaplı püskürtücü (sprey) pop-up başlıklar verilmiştir (Uzun 1992).



Şekil 2.12 Çim ve kauçuk ile kaplı püskürtücü (sprey) pop-up başlıklar (URL-3 2009).

Sprey başlıkları çok değişik bir şekilde üretilmiş olabilir. Bu başlıkların değişmesiyle spreyle suyu değişik ölçülerde atabilir. Islatma alanının tümünü veya bir kısmını ıslatması gibi. Tasarımcılar için piyasada ayarlanabilir tam daire 360 ° ve kısmi daire (45°, 60°, 90°, 180°) başlık memeleri mevcuttur. Bu memeler püskürtme yarıçapını ayarlamak için bir ayar vidasına sahiptir. Şekil 2.13'de Püskürtücü (Sprey) Pop-up Başlıklar gösterilmiştir (Sarıkoc 2007).



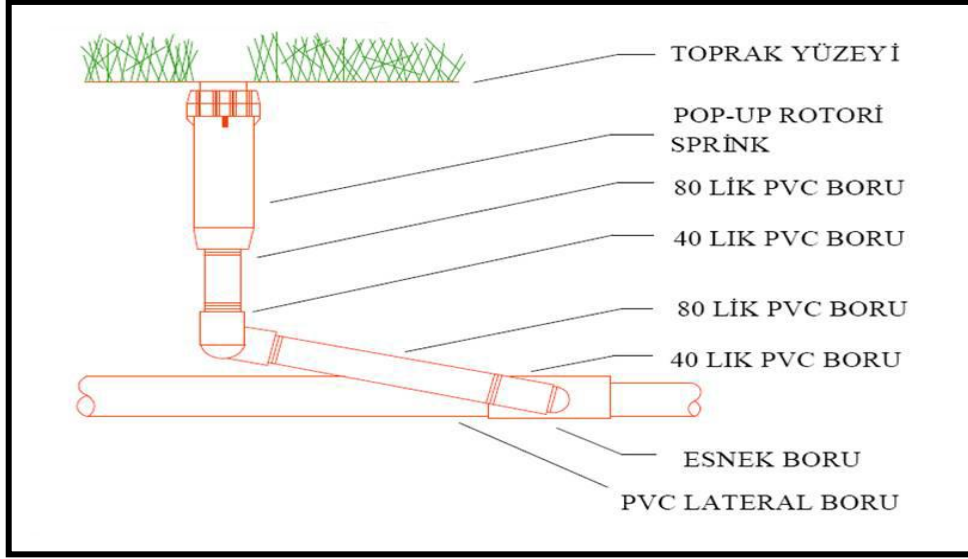
Şekil 2.13 Püskürtücü (Sprey) Pop-up Başlıklar (URL-4 2009).

Püskürtücü başlıkların çok yönlülüğü, bu sistemlerin her alanda yoğun bir şekilde kullanılma nedeninin en belirgin açıklamasıdır. Masraflı olmalarına rağmen otomasyonda, verimlilikte, rahatlıkla, işçilik tasarrufunda ve estetik değerinde en yüksek faydaya sağlama yüzünden bunlar en revaçta olan yağmurlama sistemini oluştururlar. Bu sistemde kullanılan sulama suyu zarif ve düzenli bir şekilde püskürtür. Püskürtücü başlıklı sistemler suyu hızlı bir şekilde, saatte 25–60 mm kalınlığında bir su tabakası, yağış yüksekliği oluşturacak şekilde yağmurlanır; sistemin iyi tasarlanması halinde yağmurlanan su, üniform dağılım gösterir. Yağmurlama hızı, diğer sulama sistemi tiplerinden çok fazla olduğu için sulama programı çok daha kısa bir zaman periyodu içinde olur. Püskürtücü başlıklı sistemlerde bu zaman kaybı daha az olur. Otomasyon gece kullanımı kolaylığını sağlamakla buharlaşma kaybını azaltmaktadır (Sarıkoc 2007).

XIV. Döner (Rotor) Başlıklı Sistemler

Döner yağmurlama başlıkları; çarpmalı- kaşıklı- döner başlık, şanzımanlı döner başlık ve bilyeli döner başlık olmak üzere genelde üç tiptir. Bu döner başlıklar çim alanlarda kullanılan

püskürtür başlıklar gibi tamamen çim içinde gizlenen pop-up tiplerde olup; bu tiplerde memeli dil sulama esnasında yükselmekte ve sulama işi bittiğinde tekrar yerine çekilmektedir. Şekil 2.14’de sunulan döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesitidir.



Şekil 2.14 Döner (rotor) başlıklı sistem elemanının toprak altındaki kesiti
(Çizen: Cem Küçüksayan 2009).

Sprey başlıklar sabit, rotor başlıklar ise döner olarak çalışır ve döner başlıklar suyu sprej başlıklardan daha uzun mesafeye fırlatır. Döner başlıkların suyu dağıtması dönme hareketi ile sağlanır. Döner başlıklı yağmurlama sistemleri, püskürtücü başlıklı sistemlere oranla daha az masraflı olduğundan, kentsel siteler, parklar, okullar, oyun ve golf alanları, resmi binalar, fabrikalar vb. gibi büyük boyutlu projelerde kullanımı oldukça yaygındır. Bu proje alanları, genel olarak yaya yolları, bina vs. ile fazla bölünmüş olmamalıdır (Sarikoç 2007).

XV. Çarpmalı başlık

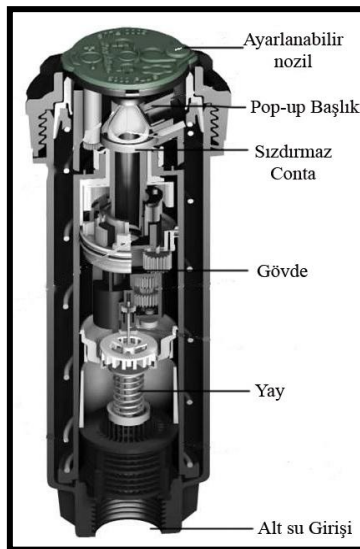
Bu başlıklarda meme birimini döndüren gücün sağlanmasında bir yayla kombineli bir kaşıktan yararlanır. Çalışma esnasında memeden çıkan su kaşığın yan yüzüne çarparken yay da kaşığın arka ucunu meme birimine doğru bastırmakta ve böylece sulama suyunun yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Bu tip yağmurlama başlıklarının hem tam daire, hem de kısmî daire tipinde pek çok modelleri mevcut bulunmaktadır. Şekil 2.15’de çarpmalı döner başlık ve pop-up çarpmalı döner başlık örnekleri verilmiştir (Aşillioğlu 2005).



Şekil 2.15 Çarpmalı döner başlık ve pop-up çarpmalı döner başlık (URL-5 2009).

XVI. Şanzımanlı döner başlık

Bu başlıklar da iyi bir ıslatma alan ve yağmurlama hızı için memeli dilin veya meme biriminin dönüş hızı nispeten yavaş olmalıdır. Ağızlı meme ve değişebilir meme kullanımları şanzımanlı döner başlıkların yapısı Şekil 2.16'de verilmiştir. Bu başlıkların kısmi daire modellerinde meme biriminin daha önceden belirlenen daire yayı üzerinde yavaş bir şekilde ileri ve geri hareketini sağlayan bir mekanizma mevcuttur. Şanzımanlı döner başlıkların su fişkirtme modeli, çarpmak döner başlıklarının aynısıdır. Bazı modellerde meme değişimi mümkündür (Aşillioğlu 2005).



Şekil 2.16 Şanzımanlı döner başlık kesiti (URL-6 2009).

XVII. Bilyeli döner başlık

Metal bilyeli-kürelî-döner bir yağmurlama başlığındaki bilye, başlık memesinin dönmesi için gerekli gücü sağlamaktadır (Aşillioğlu 2005).

Döner başlıkların yağmurlama hızı, püskürtücü başlıklarının 1/5 ile 1/3'ü kadar olduğundan aynı miktar sulama için gerekli olan zaman da yaklaşık dört misli daha fazla olacaktır. İlk bakışta daha düşük yağmurlama hızının beraberinde getirdiği daha uzun sulama programı ve meydana gelen buharlaşma kayıpları, ayrıca daha az düzenli su dağılım gibi sakıncalar döner başlıklı sistemlerin daha az arzu edilen sistemler olduğú düşüncesini akla getirebilir. Ancak söz konusu sistemlerin bu zayıf yönlerini büyük projelerde sağlayacağı ekonomi önemli ölçüde kapatır. Ayrıca bu zayıflıklar şu önlemlerle asgari düzeye çekilebilir;

- Gece sulamaları, buharlaşmayı en aza indirir.
- Çoğu yerlerde rüzgâr hızı ve yönü daima değiştirdiğinden, rüzgâr etkileri, sulama daha uzun sulama periyotları ile kontrol altına alınır (Sarıköç 2007).

Peyzajın farklı boyut ve biçimindeki mekânlarına uyumun sağlanması için, birçok küçük projelerde ve çoğu büyük projelerde hem sprej, hem de döner başlıklara gereksinim vardır. Tasarımcı açısından en iyi başlık, tek başına ne döner ne de sprej başlık olup, bunların sunulacak alanın boyutuna ve biçimine uygun olarak seçilmiş olan veya olanlarıdır. Sprej ve döner yağmurlama başlıkları karşılaştırması Tablo 2.7'de verilmiştir (Sarıköç 2007).

Tablo 2.7 Sprey ve döner yağmurlama başlıklarının karşılaştırılması (Sarikoç 2007).

Ögeler	Sprey (Püskürtür) Başlıklar	Döner (Rotor) Başlıklar
Genel Açıklama	Plastik ya da pirinç (daha çok plastik) ya da pirinç memeli bir plastik sprinkler gövdesi gibi bir kombinasyon ürün; lateral basıncın etkisiyle, pop-up yükselişi hariç herhangi bir mekanik hareket söz konusu değil; memenin içindeki vida yardımıyla su fırlatma	Plastik, metal ya da plastik ve metal kombinasyonu ürün; rotasyonu sağlayan mekanik hareket; birçok modelde su fırlatma mesafesi ayarlama olanağı mevcut.
Püskürtme Yarıçapı	Yaklaşık yarıçap 2,1–4,5 m; küçük boyutlar (< 9 m), daha küçük ve gayri muntazam alanlar için uygun.	Yaklaşık yarıçap 9–27 m; büyük boyutlar, daha büyük ve daha muntazam alanlar için uygun.
Meme Çalışma	1,02 – 3,40 atm	2,72 – 6,12 atm
Yağmurlama Oranı	25,4 – 63,5 mm/s	7,6 – 19,2 mm/s

XVIII. Filtreler

Sulama suyunun filtre edilmesi tüm sulama sistemleri için önemlidir. Sulama sistemlerine eklenecek filtreler, sistemin ömrünü uzatır ve bakım giderlerini azaltır. Sistemin içinden geçecek kadar küçük olan kum parçacıkları sistemi tıkanmalar bile kullanılan malzemenin yıpranmasına neden olurlar. Otomatik vanalar, tıkanıldığında vananın tamamen bozulmasına neden olabilecek çok küçük su geçiş yoluna sahiptirler ve yabancı maddelerin vana içine girmesi mutlaka engellenmelidir. Bir spreyn su fişkırtma memesini tıkayan küçücük bir kum tanesi çim alan üzerinde kurumuş bir adacık oluşmasına neden olabilir. Kum taneleri kadar organik materyaller de sulama sistemlerinde tıkanmalara neden olabilirler. Özellikle damla sulama tüplerinde alglerin gelişmesi tıkanmalara neden olur. Bir organik materyalin vana, fitting, emitör ve sprinklerde takılıp kalması, farklı bir durum ortaya çıkarabilir. Organik materyal sistemi tıkayacak kadar büyük olmasa bile, normalde sorunsuz bir şekilde sistemden geçip gidebilecek kum tanelerini tutarak zamanla akışın engellenmesine neden olabilirler. Temiz olmayan kaynak sularıyla sulama yapılması gerektiğinde sisteme bir filtre ünitesinin bağlanması kaçınılmazdır. Her ne kadar pop-up' larda filtre bulunuyorsa da bunun yeterli olmayacağı ve kısa aralıklarla temizlenmesi gerektiği unutulmamalıdır. Sisteme eklenecek filtrenin doğal olarak ana boru kapasitesinde olması gerekmektedir. Tek bir filtrenin yeterli olmayacağı düşünülüyorsa birkaç filtre paralel bağlanarak kullanılabilir. Filtrenin sistemde

güç ünitesinden önce kullanılması halinde pompanın da kirli sudan zarar görmesi önlenir. Şekil 2.17’de filtre örnekleri verilmiştir (Aşılloğlu 2005).



Şekil 2.17 Filtreler (URL-7 2009).

XIX. Tansiyometreler

Daha öncede bahsedildiği gibi, toprak kurduğunda, solma noktasına yaklaştığında; bitki, kökleriyle topraktan suyu kendi bünyesine alabilmek için çok büyük bir enerji harcar. Tansiyometreler de buna benzer bir ilke ile çalışırlar. Vakumlanmış cam bir tüpün, alt tarafı gözenekli seramik bir yapıya sahip olup bitkinin kök sistemi gibi hareket eder. Seramik kabın etrafındaki toprak kurduğunda kabın içindeki su toprağa sızar. Suyun hareketiyle tüpün içinde bir vakum oluşur. Suyun hareketi için gerekli enerji toprağın kuruluk derecesi olarak da ifade edilebileceği gibi vakumun derecesi olarak da ifade edilebilir (Şekil 2.18).

Tansiyometreler vakum miktarını bir vakum aletiyle santibar cinsinden ölçüp bu veriyi toprağın kuruma miktarı (derecesi) olarak ifade eden aletler olarak tanımlanabilir. Alet belli aralıklarla kontrol edilmelidir. Ölçülen miktar tarla kapasitesinin altına düştüğünde tekrar sulama yapılması gerektiği anlaşılır.

Tansiyometreler otomatik kontrolörlerin ayarlanmasında ve manuel sulama sistemlerinin zamanının belirlenmesinde bir yol gösterici olarak kullanılır. Manuel sistemlerde de doğru sulama zamanının ve süresinin belirlenmesinde tansiyometreler en güvenilir yol göstericilerdir (Aşılloğlu 2005).



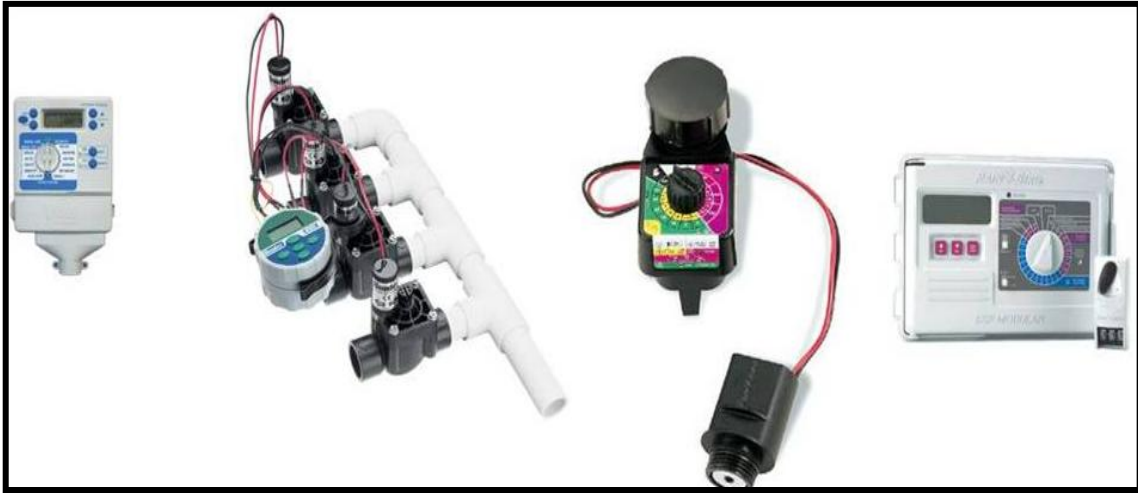
Şekil 2.18 Tansiyometreler (URL-8 2009).

XX. Kontrolörler (Kontrol panelleri)

Yağmurlama ve damla sulama sistemlerinde sistemin kontrolü otomatik olarak ya da manuel olarak yapılabilir. Manuel sistemlerde standart küresel vanalar kullanılır. Seksiyonlara su gelişini sağlayacak vanalar dağılık olarak ya da kontrol kolaylığı bakımından toplu şekilde düzenlenebilirler. Vana gurubu ile su sayacı ve ya su kaynağı arasındaki bağlantı tek bir ana boru ile sağlanır (Aşillioğlu 2005).

Otomatik sistemlerde ise kontrolörler farklı seksiyonları kontrol eden vanaları otomatik olarak çalıştırarak istenen zamanda istenen miktarda suyun alana verilmesini sağlarlar. Sistemdeki vanaların sayısı ihtiyaç duyulan kontrolörün boyutunu belirler. Eğer sistemin daha sonra yeni sprinkler ya da emitörlerle geliştirilmesi düşünülüyorsa seçilecek kontrolör mevcut ihtiyaçtan daha fazla terminale sahip olmalıdır. Otomatik sistemler sulama işlerinde tamamen bağımsızlık, zaman bakımından serbestlik, sulama programında süreklilik, su sarfiyatında tasarruf ve büyük alanlarda işçilik giderlerinde ekonomi sağlar. Etkili bir sulama programının sürekliliği bakımından otomatik kontrolün kullanımı, su muhafazasının arzu edildiği veya gerekli olduğu yerlerdeki sistemler için bir temel gerekliliktir. Otomatik kontrol, "uzaktan kontrollü vanaları" çalıştıran ve kolayca monte edilen bir "kontrolör"den ibarettir. Her sulama seksiyonu için bir vana gereklidir. Bu vanalar sistemin her tarafına dağılmıştır, dolayısıyla boru miktarında önemli ölçüde bir tasarruf söz konusudur.

Büyük projelerde genelde, merkezi veya uydu bağlantılı sistemler kullanılmaktadır. Merkezi kontrolör uydu bağlantılı kontrolörlere sulanacak gün ve saatle ilgili sinyali gönderir ve sistem çalışmaya başlar. Bu sistemler bir çok spesifik ihtiyacı karşılayabilecek özelliklere sahip olmalıdır. Sistem kontrolörü kurulurken iklim şartları, bitki türlerinin su isteği, alanın erozyona yatkınlığı gibi özellikler dikkate alınmalıdır. Hidrolik ve elektrikli olmak üzere iki tip kontrolör mevcuttur. Bu tipler, kontrolör ve uzaktan kontrollü vanalar arasında kullanılan "aktuatör" ya da güç aktarıcı cinsini belirtir. Şekil 2.19'da kontrol ünitelerinin tiplerini göstermektedir (Aşillıoğlu 2005).



Şekil 2.19 Kontrol üniteleri (URL-9 2009).

2.4.1.2 Yağmurlama Sulama Sistemi Avantaj ve Dezavantajları

Bir sulama sistemi, bitki kök bölgesine gerektiği zaman ve miktarda su sağlayabiliyorsa yeterli sayılabilir. Ancak bu durum, kabul edilebilir yatırım ve işletme gideri, en az su, arazi ve iş gücü kaybı ile başarılmalıdır. Yağmurlama değinilen açıdan önemli yararlar sağlar. Yağmurlama sisteminin avantajları dört temel başlıkla özetlenebilir (Yıldırım 2003).

- **Uygulanabilirlik:** Yüzeysel akış ve erozyona neden olmaksızın dik ve eğimli topografyaya sahip alanlar, toprak kaybına neden olmaksızın sulanabilir. Su alma hızı yüksek kaba tekstürlü topraklarda yüksek su uygulama randımanı sağlanır. Geçirimsiz tabaka ve taban suyunun yüksek olduğu sığ topraklarda taban suyu oluşturmadan veya taban suyunu yükseltmeden kontrollü bir sulama yapılabilir. Bitki besin maddeleri ve gerekli ilaçlama sulama suyu ile verilebilir (Yıldırım 2003).

- **İşgücü tasarrufu:** Sabit sulama sistemlerinin kurulması ile işgücü gereksinimi minimuma indirilebilir. Mekanik ve otomatik yağmurlama sistemleri, iş gücüne çok az gereksinim duyarlar ve çok kolay işletilirler (Yıldırım 2003).

- **Özel kullanımlar:** Özel planlanmış sistemlerin kullanılması sayesinde bitkilerin serinletilmesi, ortam neminin artırılması yoluyla aşırı hava koşulları değiştirilebilir, yaprak ve çiçeklerin dondan zarar görmeleri en az düzeye indirilebilir. Yağışa ek olarak küçük miktarlarda ve aralıklı sulama yapılabildiğinden tohum yataklarının hazırlanması, tohumların çimlenmesinde, fidelerin seyreltilmesinde kullanılabilir (Yıldırım 2003).

- **Su tasarrufu:** Yağmurlama sisteminin doğru planlanıp işletilmesi ile yüksek sulama randımanına ulaşılabilir. Örneğin çok sık ve geçirgen topraklarda taban suyunu yükseltmeden sulama yapma olanağı sağlanır. Doğru planlanmış sistemler kolay işletilirler veya otomatik olabilirler. Böyle sistemlerde mevsimlik sulama randımanı %75'den fazla olabilir. Yüzeysel sulamaya yetmeyecek az su ile sulama yapma imkânı sağlar. Derine sızma ile su kaybı az olduğu için, drenaj problemini ortadan kaldırır.

Yağmurlama sisteminin tüm bu avantajlarının yanında uygulamacıya getirdiği dezavantajlar söz konusudur (Erakın 2000).

- **Yüksek maliyet:** Yağmurlama yönteminin diğer yöntemlere göre ilk yatırım bedeli her zaman daha yüksektir. Gerekli basınçlı suyun elde edilmesi için kullanılan pompanın maliyeti ve gerekli enerji gücünün getirdiği maliyet yüksektir (Erakın 2000).

- **Su niteliği ve dağıtımı ile ilgili sınırlılıklar:** Depolamasız ani büyük akışların kullanılması ekonomik değildir ve bunun yanı sıra akıştaki küçük değişiklikler kimi sorunlar ortaya çıkarabilir. Sulama suyundaki yüksek bikarbonat veya tuz içeriği bitki üstü yağmurlama sistemleri kullanıldığında bitkiye zarar verebilmektedir (Erakın 2000).

- **Çevresel ve planlama sınırlılıkları:** Yağmurlama, infiltrasyon hızı 3 mm/s'ten küçük olan topraklar için uygun değildir. Rüzgârlı ve aşırı kuru koşullar, sulama randımanının düşmesine; su dağılımının bozulmasına neden olur.

Yüksek sıcaklığa sahip yörelerde buharlaşma kayıpları artar ve dolayısıyla su uygulama randımanı düşer. Bu yörelerde sulamanın akşam saatlerinde yapılması gerekir. Bitki yaprakları ıslandığında bazı bitki hastalıklarının yayılma eğilimi riski artabilir (Tatlidil 1991).

2.4.2 Damla Sulama Sistemi

Kök bölgesindeki nemin yüksek düzeyde tutulduğu, küçük nem eksilişlerinin bile anında önlenildiği koşullarda bitkilerin, belirgin ölçüde iyi geliştikleri gözlenmiştir. Ancak açıklanan koşulun, yüzey veya geleneksel yağmurlama sulama yöntemleriyle gerçekleştirilme olanağı yoktur. Bu, çok sık sulama yapmakla elde edilebilir. Teknik yönden çok sık, sulama yapılabilmesi için az miktarda ve düzenli olarak su uygulayan sürekli bir sisteme gereksinim vardır. Damla sulama, arındırılmış suyun ve gübrenin, damlatıcılar aracılığı ile çok küçük fakat sürekli bir akış veya damlalar halinde toprak yüzeyine veya içerisine (bitki kök bölgesi) verildiği yöntemdir. Bu yöntemle su, yaygın bir boru şebekesi aracılığıyla gerekirse her bir bitkiye dek götürülür. Sulama suyu, ya damlatıcılar aracılığı ile tek bir noktadan arazi yüzeyine uygulanabilir ya da birbirine çok yakın aralıklarla konumlandırılmış damlatıcılardan veya üzerinde sürekli ve eşit aralıklı delikler bulunan tüplerden oluşan bir çizgi kaynağından verilebilir. Asıl amaç, bitkilerin transpirasyon kaybını karşılayabilecek, sürekli ve elverişli toprak nem düzeyi sağlamaktır. O nedenle damla sulama, bitkinin yalnızca kök bölgesinin sulanması ve bu bölgedeki nem kapsamının en uygun düzeyde tutulması gibi bir temel düşünceye dayanmaktadır. Damla sulama sebze yetiştiriciliğinde, süs bitkileri ve meyve ağaçlarının çalılarının ve dış mekân saksı bitkilerinin sulanmasında kullanılabilir ancak çim ve bazı yer örtücüleri gibi sığ ve yayvan köklü bitkilerin sulanmasında randımanlı değildir.

Damla sulama sisteminin arkasındaki ikinci düşünce, sulama suyunu toprak yüzeyine, klasik yöntemlerle yapılandan daha türdeş dağıtabilen etkin bir sulama yöntemi yaratma isteğidir. Değinilen amaca ulaşmak için, sulama suyunun arazinin herhangi bir noktasına ekonomik olarak iletilmesi yeterli değildir. Aynı zamanda borunun istenen noktadan çıkarılan suyun, belli miktarda ve olabildiğince düzenli ve türdeş olması gerekmektedir. Bu amaçla damla sulama sisteminde "damlatıcı" (emitter) denen, özel araçlar geliştirilmiş ve boru boyunca kısa aralıklarla sabit olarak yerleştirilmişlerdir (Seçkin 1998).

Damla sulamanın tipik özellikleri şunlardır;

- Küçük debiler kullanılır,
- Uygulama uzun bir zaman diliminde yapılır,
- Çok sık sulama yapılabilir,
- Sulama suyu ya bitki kök bölgesinin içine ya da yakınına verilebilir,
- Sulama suyu alçak basınçlı dağıtım sistemi ile toprağa verilir (Seçkin 1998).

Son yıllarda içinde damla sulama kentsel ve kırsal alanda yapılan çevre düzenlemelerinde ki süs bitkilerinin sulanmasında önemli bir araç olarak istikrarlı bir şekilde gelişmiştir. Başlangıçta tarımsal endüstriye hizmet etmek için geliştirilmiş bulunan damla sulama bugün ağaç, çalı, yer örtücü, çiçek, sera bitkileri, meyve ve sebze bahçelerinin sulanmasında da etkin bir yere sahiptir. Son 10-15 yıl içinde hem kırsal hem de kentsel alanlarda süs bitkileri ve çiçek parterlerinin sulanmasında da başarıyla kullanılmaktadır. Şekil 2.20'de damla sulama uygulama örnekleri verilmiştir (Seçkin 1998).

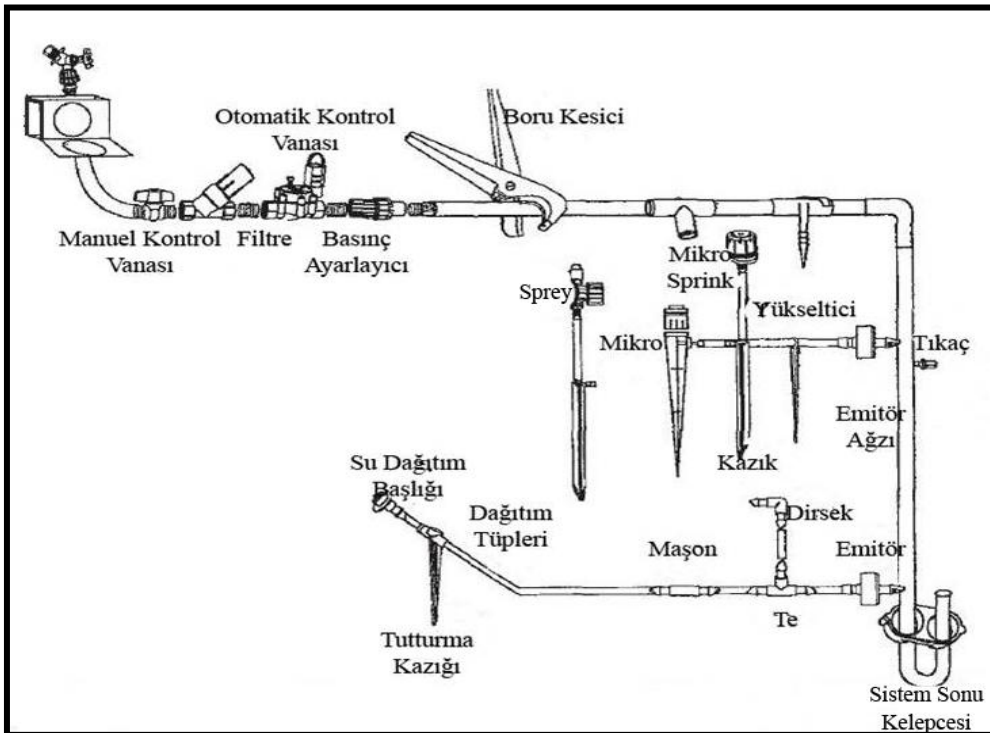


Şekil 2.20 Damla sulama uygulama örnekleri (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2007).

2.4.2.1 Damla Sulama Sistemi Temel Öğeleri

Damlama sulama sistemi sırasıyla pompa ve basınç regülâtörleri, kontrol birimi, boru hatları, kontrol vanaları ve emitörlerden oluşur. Suyun laterallerden toprağa verilmesini sağlayan emitörler delikli borulardan (çizgi kaynaklı emitörler) tekli birimlere kadar çeşitlilik gösterir. Emitörler sistem çalışma basıncını düşürerek suyun toprağa damla damla verilmesini sağlarlar. Şekil 2.21’de damlama sulama sistemi kurulumu göstermektedir (Anon. 1997).

- **Pompa ve Basınç Regülâtörleri:** Çoğu damla sisteminde kaynaktan suyun alınması ve sistemin çalışması için gerekli basıncı sağlayan bir pompa birimi vardır. Değınilen birimde yatay veya düşey milli pompa ile buna enerji sağlayan elektrik veya içten yanmalı motor bulunur. Elektrik motoruyla çalışan tipler, daha güvenilir olduklarından ve istenildiğı zaman başka amaçlarla kullanılabilmeleri nedeniyle diğerlerine göre bir üstünlük sağlarlar (Aşılloğlu 2005).



Şekil 2.21 Damlama sulama sistemi kurulumu (Anon. 1997).

- **Denetim Birimi:** Denetim birimi, damla sistemlerinin beyni sayılır. Sistemin çalışma niteliğı veya performansı burada belirlenir. Çok sayıda ve farklı işleve sahip alet ve ekipman

bulunur. Denetim birimlerinin hemen tümünde filtreler, akış ölçerler, basınç göstergeleri ve düzenleyicileri, kimyasal enjeksiyon ekipmanı, geri tepme vanaları, diğer vanalar, otomatik denetim aletleri ve bağlantı parçaları bulunur. Pompa, denetim biriminin bir parçası sayılabildiği gibi, sistemin bağımsız bir ögesi olarak da kabul edilebilir (Aşillioğlu 2005).

- **Vanalar:** Vanalar, basınçlı sulama sistemlerinin tamamlayıcı bir ögesidir. Denetim biriminde açma-kapama, basınç ve akış düzenleme vanaları ile hava çıkış, vakum ve basınç önleme vanaları bulunur. Açma-kapama vanaları, elle veya kendiliğinden (otomatik) çalıştırılabilirler. Bunlar, değişik amaçlarla kullanılabilirler. Ana boru, manifold ve laterallerin girişlerine yerleştirildiklerinde, boru şebekesinin aşağı bölgelerine suyun verilip kesilmesinde kullanılırlar. Arazinin her bir parçasının sulama gereksinimlerinin karşılanması için suyun sistemin farklı kesimleri arasında dönmesini sağlarlar (Aşillioğlu 2005).

Uzaktan kontrollü elektrikli vanalar, özellikle damla sulama endüstrisi için üretilmiştir. Bu vanalar, damla sulama sisteminin özelliği basınç düşüklüğü ile debi azlığı arasındaki uyumu sağlamaktadır. Bu nedenle kullanılan vanalar yaklaşık 4 lt/dk debi ve 0.6-1.0 atm'lik basıncı karşılayacak nitelikte olmalıdır.

- **Filtreler:** Damla sulama sistemleri çok küçük debiler ve suyun çıkması için aşırı dar geçitler kullanırlar. Bu dar geçitler, kimyasal çökelmeler ve sistem içerisinde yetişen biyolojik gelişimler nedeniyle sulama suyunda taşınan inorganik parçacıklar ve organik kalıntılar yüzünden kolayca tıkanırlar. Tıkanmanın sonunda akış ya kısmen ya da tamamen durur. Damlatıcıların tıkanması, su dağılım türdeşliğini olumsuz etkiler.

Damlatıcıların tıkanması, doğrudan sulama suyunun niteliğine bağlı bir olaydır. Suyun kimyasal bileşimi, mikrobiyal etkenliği, asılı madde miktar ve özelliği, suyun niteliğini belirleyen önemli etmenlerdir. Bunlar, aynı zamanda tıkanmayı denetleyici önlemlerin seçiminde temel belirteçlerdir (Aşillioğlu 2005).

- **Kimyasal Enjeksiyon Ekipmanları:** Damla sulama sistemlerinde bitki besin maddeleri, sulama suyuna karıştırılarak bitkiye verilebilir. Bu amaçla, kullanılacak sıvı gübre miktarı, kontrol birimindeki gübre tankının içerisine konur. Gübre tankı ana boruya su giriş ve çıkışını sağlayan ve üzerinde vanalar bulunan hortumlarla iki noktadan bağlanır. Ayrıca

basınç farklılığı oluşturmak amacı ile ana boru üzerine bir boru daha yerleştirilir. Bitkiye gübre verileceği zaman ana boru üzerindeki vana kısmen kapatılır. Gübre tankına giriş ve çıkış vanalar açılır. Böylece, ana boruda ki suyun bir kısmı gübre tankına girerek sıvı gübreyle karışır ve tekrar ana boruya döner. Denetim birimine gübre tankından sonra elek filtre yerleştirilir. Bu elek filtre ile filtre tankından süzülmeyen tanecikler ile gübre tankından gelebilecek gübre parçacıkları tutulur (Öztan 1968).

- **Basınç ve Akım Göstergeleri ve Düzenleyicileri:** Sistemin doğru işletilmesi ve bakımının zamanında yapılabilmesi için akış ve basınç ölçümlerine gerek vardır. Değinen ölçümlerden gidilerek çok yararlı bilgiler sağlanır. Hacimsel akış miktarının ölçülmesinde (hacim/zaman) çok sayıda ekipman kullanılmaktadır. Bu amaçla mekanik ve ultrasonik tipteki akış ölçerler kadar, venturi boruları, orifisler ve dirsekler gibi basınç ayırmalayıcı akış ölçerler de kullanılabilir. Öte yandan, denetim biriminde basınç ve akış düzenleyicileri de bulunur. Denetim birimindeki çeşitli işlemler ve su kaynağında pompanın yapabileceği basınç dalgalanmalarının tüm sistemi etkilememesi için denetim biriminin çıkışına bir basınç ve akım düzenleyicisi koyulur. Özellikle engebeli arazilerde basınç düzenleyicileri manifoldların başına hatta lateral girişlerine de yerleştirilmektedir (Şekil 2.22) (Aşılloğlu 2005).



Şekil 2.22 Basınç regülâtörleri (URL-10 2009).

- **Geriye Akış Önleme (Geri tepme vanaları) vanaları:** Daha öncede bahsedildiği gibi bir sulama sisteminde akışın karşı doğrultuda, su kaynağına doğru akmasına geriye akış veya şok dalgalan denir. Su kaynağının hemen çıkışına yerleştirilen geri tepme ekipmanı, sisteme kimyasalların verildiği anlarda su kaynağını olası bir bulaşmaya karşı koruma işlevini görür. Zaten anılan ekipmanın kullanılması, yasalarla zorunlu hale getirilmiştir. Değinen

ekipman içerisinde tek veya bir seri halinde kullanılan geri tepme vanaları veya tek yönlü vanalar (check valve) yer alır. Değınilen vanalar, sistemin durduğu anlarda akışın geri dönmesini önlediği gibi, büyük sistemlerde meydana gelen şok dalgalarının pompa ve denetim birimine zarar vermesini de engeller. Benzer işlevi gören hava kaçıırma vanaları da sistemin uygun yerlerine takılmalıdır (Aşılıoğlu 2005).

- **Otomatik Kontrol:** Otomatik olarak çalışın damla sulama sistemlerinde denetim birimi, çok sayıda denetleyici içerir. Bunlar, basit mekanik zaman saatlerinden gelişmiş mikrobilgisayarlara dek değişirler. Zaman saatleri ile belli bir program içerisinde vanalar açılıp kapatılır. Mikro bilgisayarlar ise bir seri iklim ve toprak algılayıcıları ile birlikte programlanmaktadır. Böylece, anılan algılayıcılardan yararlanılarak sulamanın başlamasına ve bitişine, pompanın çalışmasına ve durmasına, sulamanın yapılması için vanaların açılması ve kapanmasına kendiliğinden karar verilebilmektedir (Aşılıoğlu 2005).

Zaman esaslı algılayıcılar veya zaman saatleri, sulamayı başlatma ve bitirmeye göre programlanmışlardır. Bunlar, lateral veya manifoldlara yerleştirilmiş bulunan uzaktan algılamalı solenoid vanaları çalıştırmak için elektriksel veya hidrolik güç sağlarlar. Her bir algılayıcı, 30 veya daha fazla sayıdaki vanayı denetleyebilmektedir.

Mikro bilgisayara dayalı algılayıcılar, pompalan, enjeksiyon birimlerini, filtreleri ve solenoid vanaları denetlemek için programlanabilirler. Solenoid vanalarla ilgili denetim, tansiyometrelerden, buharlaşma kaplarından, pyranometreden, termokapillardan, rüzgâr, nem, akış ve basınç ölçerlerden veya diğer algılayıcılardan gelen veriler kullanılarak yapılır. Anılan veriler, denetleyiciler tarafından seçilir. Denetleyiciler, sulama gereksinimini belirlemek için değınilen verileri kullanmak amacıyla programlanmışlardır. Damla sulama sistemleri debilerine paralel olarak otomatik yağmurlama sistemleri gibi dakika ile değil saat ile çalışırılar. Bu yüzden hem damla sulama hem de yağmurlama sulama sistemini aynı anda kullanacak kullanıcılar, hem dakika hem de saat olarak çalışabilen çift zamanlı otomatik kontrolörleri tercih etmek durumundadırlar. Bu iş için iki program kapasiteli elektromekanik kontrolörler üretilmiştir. Bu kontrolörler sayesinde farklı su ihtiyaçları olan çim alanlar, çalı ve yer örtücüler aynı anda tek kontrolör aracılığı ile sulanabilmektedirler (Aşılıoğlu 2005).

- **Boru Hatları:** Ana boru hattı, sulama suyunu kaynaktan manifold boru hattına iletir. Manifold boru hattı, sulama suyunu ana boru hattından lateral boru hattına iletir. Lateral boru hatlarının doğrudan ana boru hattına bağlanması durumunda su girişini denetlemek için her

lateral boru hattının başına bir vananın yerleştirilmesi gerekir. Bu nedenle belirli sayıdaki lateral boru manifold boru hattına bağlanır ve bu manifold boru hattının ana boruya bağlantısı bir vana ile sağlanır. Bu boru hatları da ana boru hattında olduğu gibi genellikle gömülü olup sert PVC borulardan oluşur. Manifold boru hattına bağlı bulunan lateral boru hatlarının tümü bir işletme birimini meydana getirir ve vana açıldığında bütün lateral borulara aynı anda su verir. Manifold boru hatları ya eşyükselti eğrilerine paralel, ya da iniş aşağı döşenmelidir. Bu hatlar ana boru hatlarına dik olabileceği gibi paralel de olabilir. Lateral boru hatları ise, üzerine emitörlerin yerleştirildiği borulardır (Anon. 1998).

Damla sulamada genellikle esnek, güneş etkilerine dayanıklı, polietilen borular kullanılır. Polietilen boruların PVC borulara göre sayısız üstünlükleri vardır. Toprak üstünde ya da altında kullanılabilen bu borular güneşin ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklı olduklarından deforme olmazlar. Polietilen borular metal bir araçla delinebilecek kadar yumuşak olduklarından borunun herhangi bir yerine emitörlerin ve fittinglerin monte edilmesine olanak tanıyarak tasarımda farklı boyuttaki bitkiler için lokal sulama tertibatı oluşturulmasında esneklik sağlarlar.

Polietilen boruların birleştirilmesinde ve fittinglerin monte edilmesinde PVC borularda ki gibi yapıştırıcılar değil paslanmaz çelik sıkıştırıcı ve kancalar kullanılır. Boru üzerine monte edilen emitörler ve fittingler boru içinde suyun akışına engel olarak boru içinde suyun türbülansına ve sürtünmeden kaynaklanan basınç kayıplarına neden olurlar. Piyasada çok çeşitli boyutlarda polietilen borular mevcuttur. Damla sulama sisteminde lateral borularda en yaygın kullanım $\frac{1}{2}$ çaplı borulardadır. Tablo 2.8'de polietilen borulardaki akış hızları ve basınç kayıpları verilmiştir (Anon. 1998).

Tablo 2.8 Polietilen Borularda Tavsiye Edilen Maximum Akış Hızları Ve Basınç Kayıpları (Anon. 1998).

Boru Boyutu (parmak)	Tavsiye Edilen Debi Miktarı (lt/dk)	Basınç Kaybı (Her 30 m için) (bar)
1/2	908	0.34
3/8	303	0.34
1/4	61	0.69

PVC borularda damla sulama sistemlerinde kullanılabilirler. Yanlız PVC borular güneş etkilerine dayanıksız olduklarından ve estetik kaygılardan dolayı toprak altına döşenmelidir. Bunun yanında sert PVC boruların kullanılması sistemin dış etkenlerden zarar görmesini zorlaştırır. PVC borular ezilmeye, delinmeye ve yüksek su basıncına karşı polietilen borulara nazaran daha dayanıklıdır. Ancak PVC boruların en büyük dezavantajları ise esnek olmayışı, kurulumunun zor oluşu ve daha pahalı olmalarıdır (Anon. 1998).

PVC boruların birleştirilmesinde ve fitting ve emitörlerin boruya adapte edilmesinde ısıtılarak yada bir kimyasalla yapıştırma yöntemi kullanılır. Bu yöntemle birleşme yerleri su sızmalarına karşı daha dayanıklı olur ve sürtünme kayıpları en aza indirgenebilir. PVC borularla kullanılan emitörler diğerlerinden farklıdır. Esnek PVC borularında damla sulama sistemlerinde kullanılması söz konusudur. Bu borular polietilen borulara nazaran daha kalındır ve küçük çaplarda bükülebilirler. Esnek PVC borulara kancalı emitörler takılabildiği gibi yapıştırman aparatlarda takılabilir. Polietilen borulara göre daha dayanıklı ve kullanışlıdır ancak maliyetleri göz ardı edilemeyecek kadar yüksektir (Anon. 1998).

- **Emitörler:** Emitörler ya da damlalıklar, sistemin en önemli ve çok dikkatli seçilmesi gerekli olan öğeleridir. Lateral borulardaki basınçlı su bu başlıklardan geçerken sürtünme ile önemli ölçüde basınç kaybına uğrar ve bu işlem, sulama suyunun başlıktan damla damla düşmesini sağlar. Bu başlıklar genellikle 0,6 - 1,0 ve 1.4 atm' lik bir çalışma basıncına ve 2-15 lt/s'lik bir debiye sahiptir. Bu sistemde debi, yağmurlama başlıklarında olduğu gibi lt/dk değil lt/s cinsinden hesap edilir. Bunun nedeni, daha önce de belirtildiği üzere, damlama sulamada debinin düşük olması ve sistemin uzun süre çalışmasıdır (Aşılıoğlu 2005).

Emitör teknolojisinin gelişimi damla sulama endüstrisini çok pratik ve tercih edilen bir hale getirmiştir. Emitörler sistemde direk olarak lateral borulara bağlanabileceği gibi lateral borulardan çıkan dağıtım borularına da bağlanabilirler. Sistem için emitörlerin seçiminde debi miktarları ve basınca karşı dayanıklılık özellikleri değerlendirilir.

Emitörler tek ya da çok çıkışlı olabilirler. Çok çıkışlı emitörler kancalı bir fittingle polietilen bir boruya takılabilirler. Normal olarak ½ çaplı esnek dağıtım tüpleri, bir emitöre fazla suyun uygun bir yere tasfiye edilmesi için bağlanabilirler (Aşılıoğlu 2005).

Piyasada, normal ve regülatörlü olmak üzere iki çeşit emitör söz konusudur. Normal emitörlerde çalışma basıncı arttıkça debi artar regülatörlü emitörlerde ise basınç ne olursa olsun debi sabit kalır. Normal emitörlerin debi değerleri sistemde ki basınç değişimlerine karşılık değişkenlik gösterebilirler. Lateral hat boyunca mevcut kot farkları ve sürtünmeden kaynaklanan basınç kayıpları lateral hat boyunca farklı noktalarda farklı basınçların oluşmasına neden olabilir. Hat boyunca meydana gelen basınç değişimleri %20 'den fazla olunca tek devrede beklenmedik miktarda debi oluşumu söz konusu olur. Eğer aynı devre üzerindeki emitörlerin debilerinde %10'dan fazla bir fark oluşursa suyun daha eşit dağıtılması için sistemin yeniden planlanması gerekir. Planlama da yapılacak değişiklik, farklı çeşit emitör kullanımı, boru sisteminin değiştirilmesi ya da devreyi ikiye bölerek vana eklenmesi şeklinde olabilir. Damla sulama sistemlerinde üstesinden gelinmesi gereken diğer bir sorunda çapları 0.7mm-15mm arasında değişen dağıtım tüplerindeki tıkanmalardır. Bunun yanında daha geniş çaplı tüpler tıkanmaya karşı daha az hassastır. Bazı emitörler tıkanmaya karşı türbülans akış oluşturacak şekilde tasarlanmışlardır. Bu emitörler, otomatik olarak sistem döngüsünün başından ve sonundan büyük miktarda suyun atılmasını sağlayarak kendi kendilerini temizleyebilmektedirler. Bu sistemlerde yüksek miktarda debilerin dışarı atılabilmesini sağlayacak doğal ya da sentetik, elastik diyagramlardan yararlanılır. Bu malzeme gelen yüksek debiyle genişleyip daha sonra kendi orijinal şeklini alabilme özelliğine sahiptir. Emitörlerin tıkanması, sistemin su kaynağına bağlandığı noktada yabancı maddelerin sisteme girmesini engellemekle en alt düzeye indirilebilir. Tıkanmanın bir diğer kaynağı ise borular içinde oluşan organik materyaller ve su içinde çözünebilir minerallerin sistem içinde çökmesidir. Sistemin belirli aralıklarla tazyikli suyla yıkanmasıyla bu sorunun önüne geçilebilir (Aşılloğlu 2005).

2.4.2.2 Damla Sulama Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

Damla sulama sisteminin diğer sistemlere göre üstünlüklerini şöylece sıralamak mümkündür (Aşılloğlu 2005).

- Damla sulama sisteminde su yavaş bir şekilde bitkinin kök zonuna verildiğinden sulama alanının sadece bir bölümü ıslanmaktadır. Dolayısıyla su kaybı ihmal edilebilecek ölçüde azdır. Erozyon riski olmaksızın mevcut su ile daha geniş alanlar sulanmakta olup, su miktarının sınırlı olduğu yerlerde bu husus fevkalâde önem taşımaktadır

- Diğer basınçlı sistemlere göre, damla sulama yönteminin işletme basıncı önemli ölçüde düşük olduğundan, pompa giderlerinin azaltılması için önemli bir potansiyele sahiptir. Yüksek sulama randımanından dolayı, daha az suyun pompalanması, enerji giderlerini düşüren temel neden olarak gösterilebilir.
- Toprağın ıslatılan yüzeyi bitki tarafından gölgelendiği için, toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma daha azdır.
- Bu sistemde suyun toprağa yavaş verilmesi yüzünden, bitki kök zonunda oksijen ve rutubet oranları dengesi daha uygundur, bu da bitkinin sağlıklı gelişmesine imkân vermektedir.
- Damla sulama bir nokta kaynak sulama sistemi olduğu ve sadece bitki kök zonu ıslatıldığı için, yabancı ot büyümesi ve bitki bakım masrafları daha azdır. Ayrıca sulama derinliğinin doğru denetlenmesi ve fazla sulamanın önlenmesi mümkündür. Bu suretle yeterli ve ekonomik sulama gerçekleştirilebilir.
- Damla yöntemi, gübrelemede önemli ölçüde esneklik sağlar. Bitki besin maddelerinin sulama suyu ile birlikte çok sık veya neredeyse sabit miktarlarda uygulanması, hem karlı hem de üretim artışı yönünden yararlıdır.
- Bu tip sulamada bitkinin yaprakları ıslanmadığından, yaprak ıslanmasıyla ortaya çıkan külleme vs gibi bitki hastalıkları için de ortam elverişli değildir (Aşillioğlu 2005).
- Damla sulama esnektir. Bu esneklik peyzaj endüstrisi için bir üstünlüktür. Çünkü bitki olgunlaştıkça sisteme yeni emitör ya da damlalıkların eklenmesi mümkündür (Aşillioğlu 2005).
- Damla sulama sistemi eğimli, dalgalı, ince tekstürlü ve taban suyu yüksek topraklarda güvenle uygulanabilir.
- Rüzgâr, yağmurlama sistemlerinde olduğu gibi, damla yönteminin su dağılımını olumsuz yönden etkilemez. Ayrıca, damla sulama yöntemi, %50-60 eğimdeki arazilerde yüzey akışını en az düzeye indirilebildiği için, rahatlıkla kullanılabilir.
- Bu tip sulama, salon bitkilerinin sulanmasında suyun denetim altına alınması, yaprak görünümünün korunması ve ekipmanın azaltılması gibi fonksiyonel, güvenli ve görsel çözümlere imkân verir.
- Sulama ekipmanının tamamen toprak altında olması istenilen her hangi bir zamanda, yoğun kullanım sırasında bile, sulama yapılabilmesi esnekliğini getirmektedir. Ekipmanın toprak altında olması aynı zamanda düzenleme alanlarında estetik görünümün bozulmasını da engeller (Aşillioğlu 2005).

Gözlenen avantajlara karşın, bazı topraklarda, sulama suyu niteliği ve çevresel koşullarda damla yöntemiyle sulama suyunun uygulanışında birçok sorunla karşılaşılmaktadır. Diğer yöntemlere kıyasla damla sulama yönteminin en önemli sorunları şu başlıklar altında toplanabilir;

- Damlatıcı tıkanıklıkları,
- Kemirici ve diğer hayvanların zararları,
- Bitki yakınlarında tuz birikimi,
- Yetersiz toprak su hareketi ve bitki kök gelişimi,
- Ekonomik ve teknik sınırlılıklar,
- Sürekli bakım gereksinimi.

Tüm avantajlarına rağmen damla sulama diğer sulama yöntemlerine göre tek alternatif değildir. Daha öncede bahsedildiği gibi, herhangi bir sulama sistemi seçilirken, mevcut bitkilerin su ihtiyaçtan, su kaynağının durumu, maliyeti ve kurulum zorlukları dikkate alınmalıdır. Daha öncede belirtildiği gibi genellikle bir alanın sulanmasında birden fazla sulama sistemi kullanılır. Çimler için sprinkler sulama, çalı ve ağaçlar için ise damla sulama çoğunlukla tercih edilir (Erdoğan 2002).

2.5 OTOMATİK SULAMA SİSTEMLERİNİN PLANLAMASI

Herhangi bir alanda sulama sistemlerinin planlanabilmesi için o alanın içerdiği toprak ve topografya koşulları ile kullanılacak bitkinin ya da bitkilerin kök derinlikleri ve su tüketiminin bilinmesi gerekmektedir. Diğer bir yandan, sulamada kullanılacak su kaynağına ilişkin özellikler sistemin planlanmasını etkileyen temel belirleyicilerden biridir. Toprak, topografya ve su kaynağının özelliklerine ilişkin veriler belirlenip değerlendirildikten sonra sulamayı biçimlendiren ölçütlerin ortaya konulması gerekmektedir.

Bu ölçütler;

- Sulama yapılacak toplam alanın büyüklüğü,
- Sulamada uygulanacak su derinliği,
- Günlük sulama süresi,
- Sulama yapılacak gün sayısı,

- Sulanacak alanda istenilen sürede, gerekli olan su derinliğini karşılayabilecek düzeyde su verdisi.

Uygulamada bu belirtilen ölçütlerin birbirleriyle ilişkileri şu şekilde açıklanabilir;

$$Q = A \times [(d/e) \times 100] / (3.6 \times t \times h) \quad (2.1)$$

eşitliği ile gereksinim duyulan su miktarı eşitlik 2.1'e göre belirlenmektedir.

Q = Gereksinim duyulan su verdisi (lt/s)

A = Sulanacak alan büyüklüğü (dekar)

d = Bir sulamada uygulanacak su derinliği

e = Sulama randımanı (kök bölgesinde depo edilen suyun, toprağa verişen suya oranıdır.

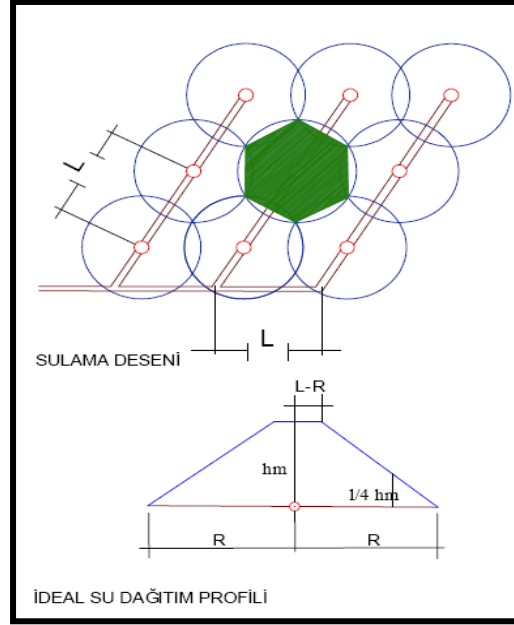
(Uygulamaya göre %50-95 arasında bir değer alabilir.)

t = Günlük sulama süresi (saat)

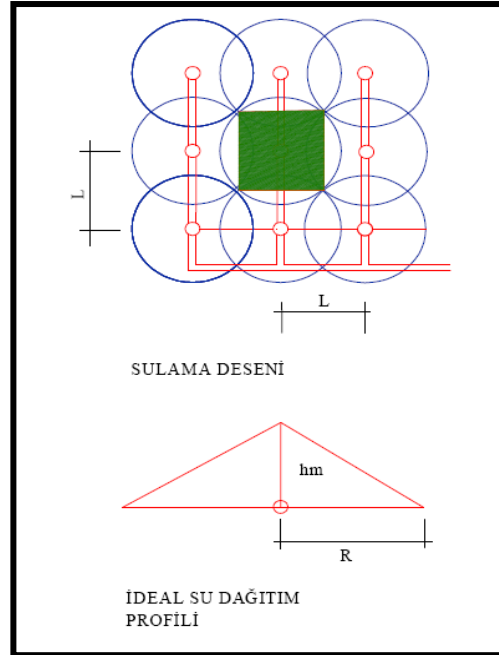
h = Sulama yapılacak gün sayısı

3.6= Birim çevirme kat sayısını ifade eder.

Sulama yapılacak alanın özellikleri ve sulamaya ilişkin temel ölçütlerin belirlenmesinden sonra sistemin planlanmasına geçilir. Yağmurlama başlıkları, çevreye doğru azalan bir su dağıtımı yaparlar. Dolayısıyla sulanacak alanın tümüne eşit miktarda su veremezler. Uygulamada, başlıklar olanak oranında, özellikleri dikkate alınarak, ıslatma daireleri birbirlerini belli bir oranda örtecek biçimde tertiplenirler. Böylece örtme sonucu, seçilen bir noktadaki sulama suyu derinliği çevre yağmurlama başlıklarından gelen su derinliklerinin toplamına eşit olduğundan, suyun eş dağılım düzeyi, ele alınan başlığın diğer özellikleri ile birlikte tertip aralıklarının bir işlevi olmaktadır. Böylece, kabul edilebilir bir su dağılım açısından, uygulamada kullanılacak uygun değer tertip aralıkları sistem tasarımında kullanılmak üzere saptanmış olur. Yağmurlama başlıklarının tipi ve boyutu, büyük ölçüde başlıkların düzenini ve aralığını belirler. Bu başlıklar ekseriye geometrik bir düzende, örneğin ya kare ya da üçgen şekilde konumlandırılır. Ancak üçgen şekil daha iyi sonuç verir. Bazı durumlarda hem üçgen hem de kare şekiller birlikte kullanılır. Şekil 2.23'de üçgen, Şekil 2.24'de ise kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları verilmiştir. Yağmurlama başlıkları arasındaki mesafeler uygun ve eşit olmazsa düzensiz ve dengesiz bir sulama söz konusu olur (Sarıkoc 2007).



Şekil 2.23 Üçgen sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları (Sarıkoc 2007).



Şekil 2.24 Kare sulama deseninde yağmurlama başlıklarının birbirini örtme durumları (Sarıkoc 2007).

2.5.1 Yağmurlama Sulama Sistemini Planlama İlkeleri

Yağmurlama sulama sisteminin planlanmasında dikkat edilecek temel ilkeler;

- Ana boru hattı hâkim eğim doğrultusunda yerleştirilmelidir.
- Yağmurlama lateralleri hâkim eğime dik ve imkân nispetinde tesviye eğrilerine paralel doğrultuda olmalıdır.
- Rüzgâr hızının fazla olduğu yerlerde lateraller hâkim rüzgâr yönüne dik gelecek biçimde yerleştirilmelidir.
- Çok uzun yağmurlama laterallerinin kullanılmasından kaçınılmalıdır. Lateral uzunluğunun kısa olması, genellikle eşit bir su dağılımı ve işçilik ihtiyacında tasarruf sağlar.
- Lateral hareketlerinin, kolay ve birlikte çalışan başlık sayılarındaki değişimin en az olması için sistem imkân oranında kare veya dikdörtgen alanlara hizmet edecek biçimde düzenlenmelidir.
- Sistemin tertip ve boru büyüklükleri, yıllık masrafları en az kılacak düzeyde olmalıdır.
- Birden fazla lateralın aynı anda çalışmasının zorunlu olduğu durumlarda, laterallerde tercihen bir çap veya en fazla iki ayrı çap kullanılmalıdır.
- İmkânların izin vermesi durumunda pompaj ünitesi proje alanının ortasına yerleştirilmelidir. Böyle bir yerleşim en uygun ve ekonomik boru çapları seçimine imkân verir (Özden 1993).

2.5.2 Damla Sulama Sistemini Planlanma İlkeleri

Damla sulama sisteminin planlanmasında dikkat edilecek temel ilkeler;

- Lateral düz, eğim aşağı veya tesviye eğrileri boyunca konumlandırılmalıdır.
- İkincil ana boru uzunlukları 200 mm'den az bazı durumlarda 100 m olmalıdır. Ancak arazi yapısı, boru çapı ve ekonomik nedenlere bağlı olarak uzunluk değişebilir.
- Sistem kapasitesi bitki su tüketimini karşılayabilmelidir.
- Filtre sistemin kapasitesini ve su kalitesini karşılayabilmelidir.
- Lateral, ikincil ana boru ve ana boru hatları son kısımlarına birer yıkama vanası yerleştirilmelidir.
- Pompa veya kuyudan sonra geri tepmeyi önlemek için çek valf yerleştirilmelidir.
- Kimyasal enjeksiyon noktaları ana filtreden önce ve sonra yerleştirilmelidir.
- Sistem için bir su sayacı planlanmalıdır (Özden 1993).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

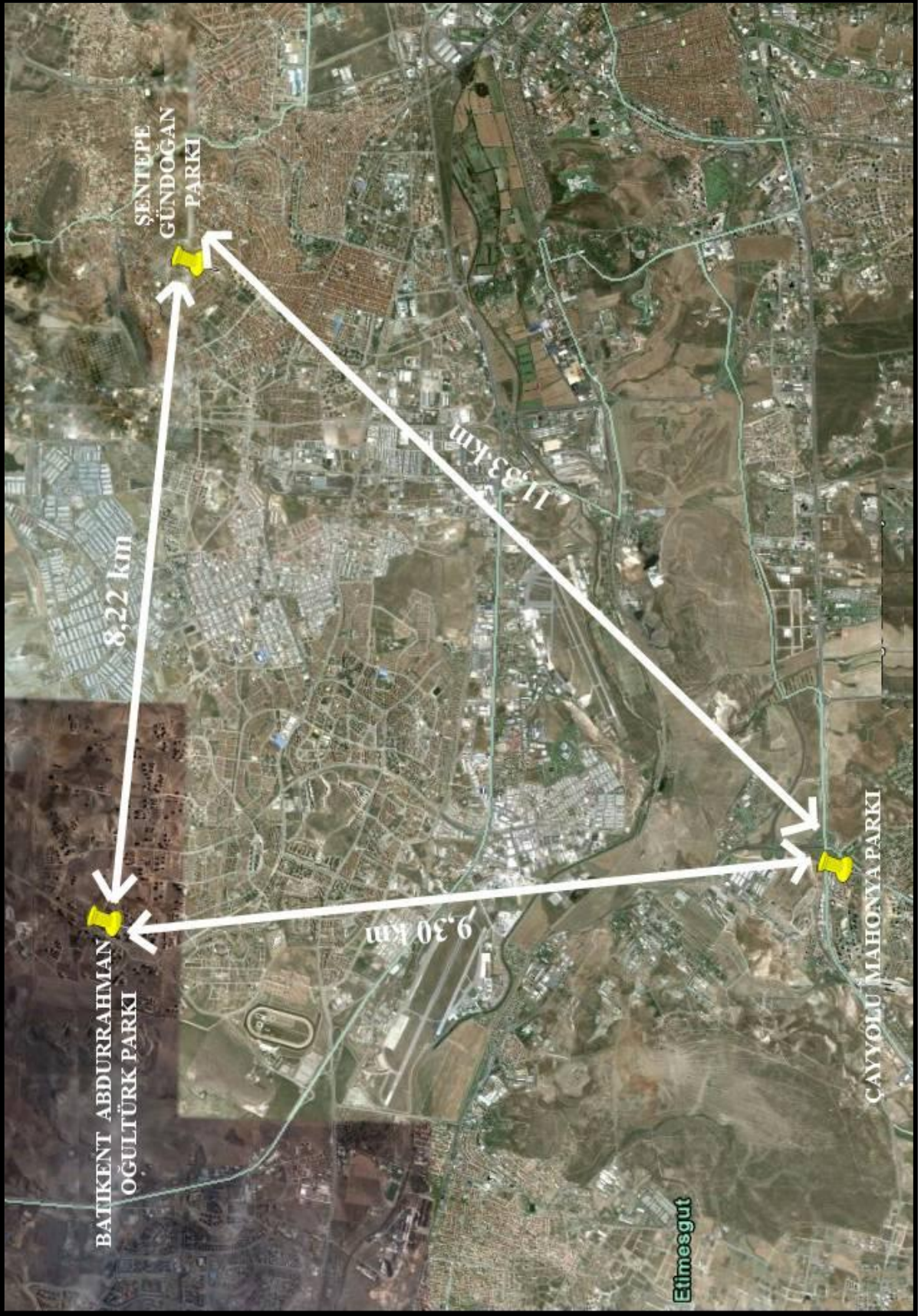
3.1 ARAŞTIRMA ALANLARININ TANITIMI

Sulama sistemi projelendirilecek olan araştırma alanının doğal verileri aşağıdaki gibidir.

3.1.1 Araştırma Alanlarının Coğrafi Konumu

26.897 km² lik bir alana sahip olan Ankara, 39°-57° enlemi ile 32°-53° boylamları arasında yer almaktadır. Ortalama olarak deniz seviyesinden yüksekliği 890 metredir. Doğusunda Kırıkkale ve Kırşehir, kuzeyinde Çankırı ve Bolu, kuzeybatısında Bolu, batısında Eskişehir, güneyinde Konya ve Aksaray illeri bulunmaktadır. Ankara, Orta Anadolu'nun kuzeybatısında bulunan Kızılırmak ve Sakarya nehirlerinin kollarının oluşturduğu ovalarla kaplı bir bölgedir. Bu bölgede orman alanları ile step ve bozkır alanlarını bir arada görmek mümkündür. İlin kuzey sınırının Kuzey Anadolu sıra dağlarının kolları olan dağlar, Orta Anadolu düzlüklerinin devamı olan ovalar çizer. Güney kısmında Tuz Gölü çanağı, Kepez Ovaları ve Hacıbekirözü gibi düzlükler bulunur. Bu düzlükler arasında volkanik Karadağ ile Karasimir Dağı, Paşa Dağı ve Teke Dağı yükselir (URL-11 2009).

Araştırma alanları olarak Ankara ili Yenimahalle Belediye sınırları içerisinde 3 farklı bölgeleri seçilmiştir. Bu alanlar; farklı iklim, toprak ve topografik özelliklerine göre Çayyolu, Batıkent ve Şentepe bölgeleridir. Farklı özellikleri bulunan bölgelerini temsil eden 3 yerleşme yerinde araştırma alanları olarak belirlenen park alanları şunlardır. Farklı toprak yapısına göre seçilen araştırma alanları; Çayyolu bölgesinde Mahonya Parkı ve Batıkent bölgesinde bulunan Abdurrahman Oğultürk Parkı'dır. Diğer araştırma alanı ise, diğer araştırma alanlarından iklim ve topografik yapısı olarak farklılık gösteren Şentepe bölgesindeki Gündoğan Parkı'dır. Şekil 3.1'de araştırma alanlarının konumları verilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanlarının konumları ve birbirleriyle olan uzaklıkları.



Şekil 3.2 Şentepe Gündoğan Parkı'nın konumu.



Şekil 3.3 Çayyolu Mahonya Parkı'nın konumu.



Şekil 3.4 Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın konumu.

Araştırma alanlarının buldukları bölgeler ve ayırt edici özellikleri Tablo 3.1'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1 Üç farklı bölgede bulunan araştırma alanları.

Sıra No	Bölge	Parkın Adı	Alanı (m ²)	Ayırt Edici Özellikleri
1.	Şentepe	Gündoğan Parkı	16.645	İklim, topografya özelliklerine göre
2.	Çayyolu	Mahonya Parkı	5.762	Toprak Yapısı
3.	Batıkent	Abdurrahman Oğultürk Parkı	10.418	Toprak Yapısı

3.1.2 Araştırma Alanlarının Topografyası

Araştırma alanlarının birbirlerinden farklı topografyası bulunmaktadır. Bunlar;

Araştırma Alanı I: Şentepe Kayalar Mahallesi'nde bulunan Gündoğan Parkı'nın en üst kodu 1010,00 m, en düşük kodu 980,00 m'dir. Parkın eğimi %9,5'dir.

Araştırma Alanı II: Çayyolu Ümitköy Mahallesi'nde bulunan Mahonya Parkı'nın en üst kodu 889,00 m, en düşük kodu 884,00 m'dir. Parkın eğimi %3,9'dur.

Araştırma Alanı III: Batıkent Kardelen Mahallesi'nde bulunan Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın en üst kodu 871,70 m, en düşük kodu 867,50 m'dir. Parkın eğimi %1,2'dir.

3.1.3 Araştırma Alanlarının İklim Özellikleri

İlin güney ve orta bölümlerinde karasal iklimin soğuk ve kar yağışlı kışları ile sıcak ve kurak yazları, kuzeyinde ise karasal ikliminin ılıman ve yağışlı halleri görülebilir. Karasal iklimin hâkim olduğu bölgelerde gece ile gündüz, yaz ile kış mevsimi arasında önemli sıcaklık farkları bulunur. En sıcak ay Temmuz veya Ağustostur. Ankara ilindeki yerine göre ortalama en yüksek gündüz sıcaklıkları 27 C°-31 C°dır. En soğuk ay ise Ocak ayıdır, en düşük gece sıcaklıkları ildeki yerine göre ortalama -6 C° ile -1 C° arasındadır. Yağışlar en çok aralık, en az temmuz veya ağustos ayında düşer. Bölgenin, DMİ'den alınan, aylara göre meteorolojik veriler ve yıllık ortalama değerler aşağıdaki tablo 3.2'de verilmiştir (URL-12 2009).

Tablo 3.2 Ankara ilinin iklim verileri (DMİ, 2008).

ANKARA İLİ İKLİM VERİLERİ	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975-2008)											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (C°)	0,4	1,9	6	11,2	15,9	19,9	23,4	22,9	18,5	12,9	6,6	2,3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (C°)	4,3	6,5	11,6	17	22	26,3	30	29,8	25,9	19,7	12,3	6,1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (C°)	-2,9	-2,2	0,8	5,7	9,6	12,9	16	15,8	11,7	7,3	2,2	-0,8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,6	4	5,6	6,4	8,6	10,4	11,4	10,9	9,4	6,6	4,4	2,4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,5	10,2	10,2	12,6	12,4	9,3	4	3,3	3,7	7,3	9	11,1
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m ²)	40	32,1	36,1	51,7	49,4	32,8	14,4	12,2	17,8	30	37,6	41,1

3.1.4 Araştırma Alanlarının Toprak Özellikleri

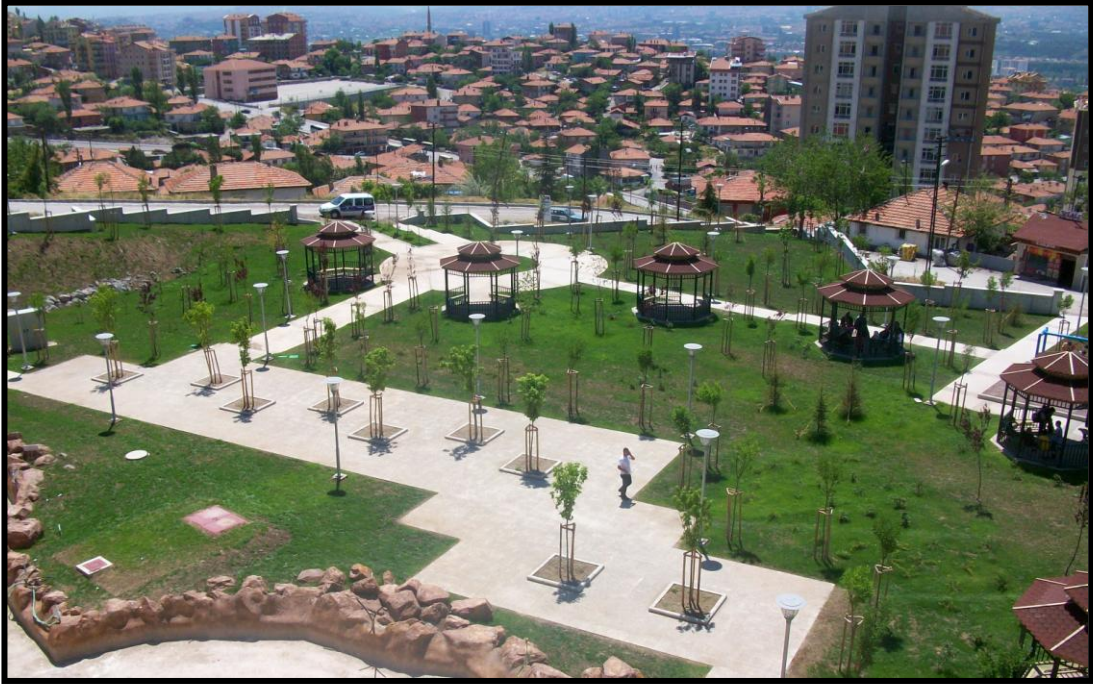
Alanın iki ayrı yerinden 30-60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri alınırken 100 cm³'lük çakma silindirlerinden yararlanılmıştır. Toprak örnekleri Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nde gerekli analizler yapılarak değerlendirilmiştir. Yapılan tahliller ve sonuçları hakkında ayrıntılı bilgi ilerideki bölümlerde verilmiştir.

3.1.5 Araştırma Alanlarının Peyzaj Tasarım ve Sulama Projeleri

Araştırma Alanı I: Şentepe Kayalar Mahalle'sinde bulunan Gündoğan Parkı'dır. Araştırma alanı, diğer araştırma alanlarından daha fazla eğim bulundurduğundan dolayı, diğer araştırma alanlarından ayırt edici özelliği bulunmaktadır. Toplam 17,600 m² içersinde tasarlanan alanın mevcut peyzaj tasarımı projesinde toplam yeşil alan miktarı toplamı 11,195m²'dir. Şekil 3.5- 3.8'de Gündoğan Parkı'nın genel görünümüleri verilmiştir. Alanın bitkilendirilmesinde, bölgenin ekolojik koşulları dikkate alınarak planlama yapılmasına özen gösterilmiştir. Kullanılacak bitkiler bölgenin toprak yapısına ve güneşlenme durumuna uygun olacak şekilde seçilmiştir. Alanın direk rüzgâra maruz kaldığından, sulama projesinde yer alan sprink aralıkları rüzgârın etkisine göre yerleştirilmiş olup, araştırma alanının sulama projesi Şekil A1'de ve bitkisel tasarım projesi Şekil A2'de sunulmuştur.



Şekil 3.5 Gündoğan Parkı'nın alt bölgesinden genel bakış
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.6 Gündoğan Parkı'nın üst bölgesinden genel görünüşü
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.7 Gündoğan Parkı sprink ayarları yapılırken
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.8 Gündoğan Parkı'nın içerisinde bulunan dinlenme alanları
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).

Araştırma Alanı II: Çayyolu Ümitköy Mahallesi'nde bulunan Mahonya Parkı'dır. Toplam 3,250 m² içerisinde tasarlanan alanın mevcut peyzaj projesinde toplam yeşil alan 1652 m²'dir. Alanın bitkilendirilmesinde, bölgenin ekolojik koşulları dikkate alınarak planlama yapılmasına dikkat edilmiştir. Şekil 3.9 - 3.13'de Mahonya Parkı'nın genel görünümüleri verilmiştir.



Şekil 3.9 Mahonya Parkı'nın çevre ile olan ilişkisi (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).

Kullanılacak bitkiler bölgenin toprak yapısına ve iklimine uygun olarak seçilmiştir. Mahonya Parkının toprak yapısının su tutma kapasitesi diğer araştırma alanlarından farklı olduğundan, ayrıca alanda büyük boylu ibrelili ve yapraklı ağaçlar barındırdığından su kaybının en az olacağı hesaplanarak sulama projesi Şekil A3'de çizilmiş olup, bitkisel tasarım projesi, Şekil A4'de sunulmuştur.



Şekil 3.10 Mahonya Parkı'nın genel görünüşü (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.11 Mahonya Parkı'nın gece görünüşü (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.12 Otomatik sulama sistemi uygulama aşaması (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.13 Park içerisinde uygulanan otomatik sulama sistemi (Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).

Araştırma Alanı III: Batıkent Kardelen Mahallesi'nde bulunan Abdurrahman Oğultürk Parkı'dır. Toplam 10,418 m² içerisinde tasarlanan alanın mevcut peyzaj projesinde toplam yeşil alan miktarı 5,870 m²' dir. Şekil 3.14 - 3.18'de Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın genel görünümüleri verilmiştir.



Şekil 3.14 Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın genel görünüşü
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).

Alanın bitkilendirilmesinde, bölgenin ekolojik koşulları dikkate alınarak planlama yapılmasına özen gösterilmiştir. Araştırma alanının toprak yapısı, killi ve ağır bünyeli toprak yapısını barındırdığından, bu sebeple su geçirgenliğinin düşük değerde olduğundan sprinklerin yağmurlama hızı seçiminde diğer araştırma alanlarının sulama projelerinden farklılık göstermektedir. Araştırma alanının sulama projesi EK A5'de ve bitkisel tasarım projesi EK A6'da sunulmuştur.



Şekil 3.15 Abdurrahman Oğultürk Parkı açık hava kondisyon alanı
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.16 Abdurrahman Oğultürk Parkı dinlenme alanları
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.17 Abdurrahman Oğultürk Parkı çocuk oyun alanı
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).



Şekil 3.18 Abdurrahman Oğultürk Parkı otomatik kontrol vanası
(Fotoğraf: Cem Küçüksayan 2008).

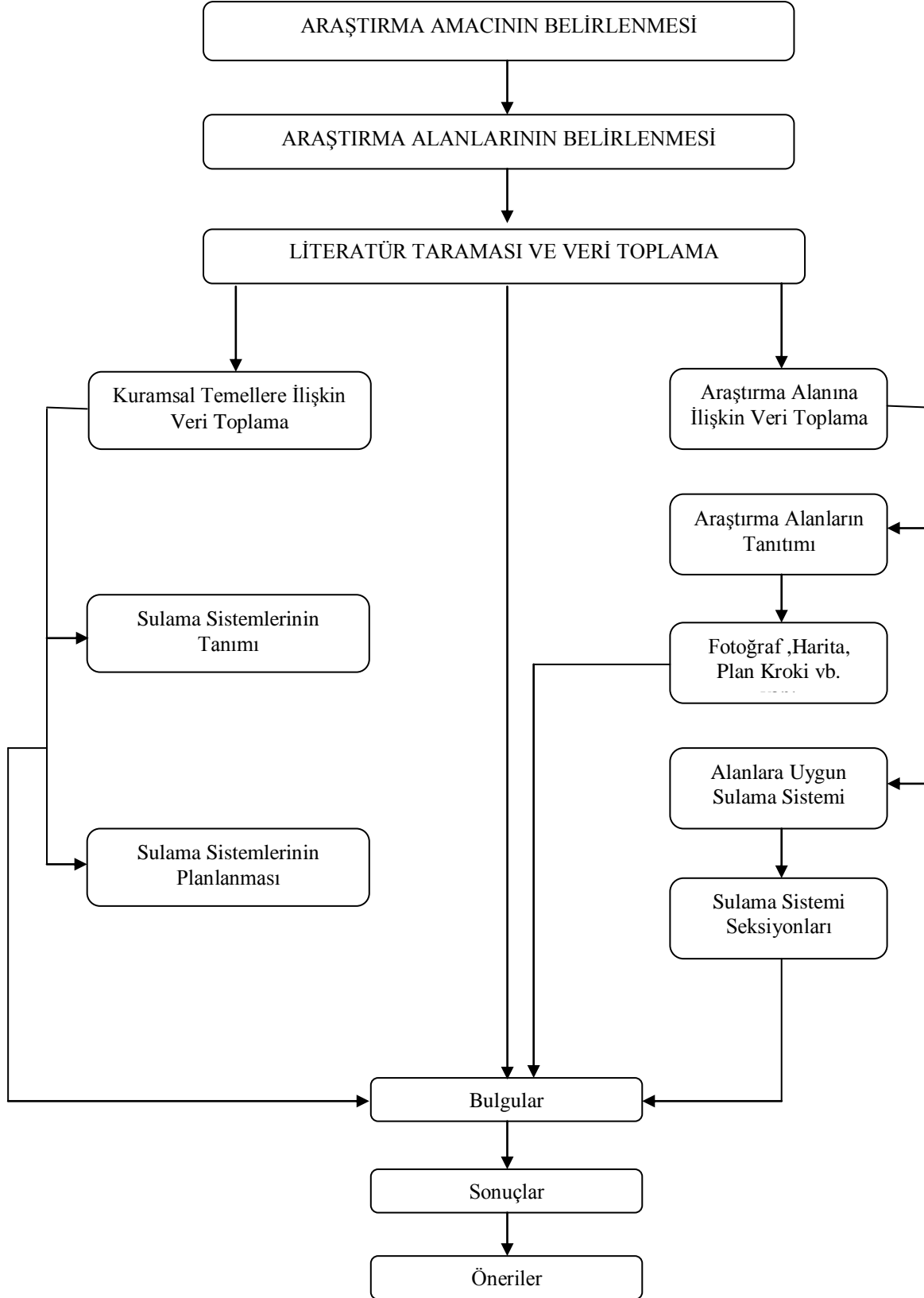
3.2 YÖNTEM

Araştırma alanlarının sulanması ilişkin sulama sisteminin belirlenmesi ve planlaması için, alana ait iklim, toprak özellikleri ile bitkisel tasarım projesinde kullanılacak bitkisel materyalin yaklaşık su tüketiminin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu bölümde gerekli verilerin saptanmasında kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Tez çalışması üç aşamada gerçekleştirilmiş ve yöntemin akış şeması 3.19'da gösterilmiştir.

3.2.1 Araştırma Alanlarının İkliminin Belirlenmesi

Bölgenin iklim tipi, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün yerel meteoroloji bülteninden alınan araştırma alanına ait iklimsel veriler, Thomthvvaite sınıflama sistemi ile değerlendirilerek saptanmıştır.

Herhangi bir iklim tipinin belirlenmesinde günümüzde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu konuda kullanılan formül ve yöntemlerin esası genellikle yağış ve sıcaklık gibi meteorolojik elemanlar arasındaki ilişkiye bağlanmaktadır. Ancak Thornthvvaite sınıflama sistemi bu iki elemanın yanı sıra toprağın su depolama kapasitesini de bir üçüncü eleman olarak değerlendirmektedir. Dolayısıyla bu özelliğiyle yöntem, sulama projesinin hazırlanmasında, diğer yöntemlere nazaran daha ayrıntılı ve doğru sonuçlar vermektedir (Haroğlu 2002).



Şekil 3.19 Araştırma yöntemine ilişkin akış şeması.

3.2.2 Araştırma Alanlarının Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırma alanını toprağının bazı hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki yöntemlere göre belirlenmiştir.

- **Toprak tekstürünün belirlenmesi:** Toprak tekstürü, Bouyoucus'un hidrometre yöntemine göre tayin edilmiştir. Tekstür sınıfları ise Tommerrup'un tekstür üçgenine göre adlandırılmıştır (Erdoğan 2002).

- **Maksimum su tutma kapasitesinin belirlenmesi:** Geçirgenlik deneyi tamamlanan, su ile doygun haldeki örnekler, on dakika süre ile serbest drenaja tabi tutulduktan hemen sonra tartılarak doygun haldeki ağırlıkları bulunmuştur. Sonra fırın kurusu ağırlıkları belirlenerek bu iki değer arasında ki farktan ağırlık yüzdesi olarak maksimum su tutma kapasitesi saptanmıştır (Erdoğan 2002).

- **pH ve elektrik iletkenliğinin belirlenmesi:** Multiline set 3 cihazının pH ve elektrik iletkenlik elektrotları ile belirlenmiştir. Değerlerin belirlenmesinde 1,5 H₂O çözeltisinden faydalanılmıştır (Erdoğan 2002).

- **Kireç miktarının belirlenmesi:** % 10 HC1 damlatılarak belirlenmiştir.

3.2.3 Araştırma Alanlarının Bitki-Su Tüketiminin Saptanması

Bitkilerin yıllık veya mevsimlik su gereksinimi için kesin değerler verilemez. Çünkü bitkilerin harcadığı su miktarı bitki türü, yetiştirme ortamı koşulları ve toprak özelliklerine göre çok değişkendir. Kaldı ki aynı bitki türü çeşitli yetiştirme ortamlarında çok çeşitli miktarlarda suya gereksinim gösterebilmektedir.

Bu nedenlerle düzenlenmiş alanlarda su gereksinimi, hava hallerine, bitki türüne, bitki ve toprağın dış görünümüne (pörsüme, kuruma) ya da toprağa yerleştirilen bir tansiyometre ile toprak nemi devamlı kontrol edilerek, sulama zamanı ve süresi belirlenebilir. Bununla beraber tam otomatik sistemlerde, mikro bilgisayar alt yapıli kontrolörlere monte edilebilen bir seri iklim ve

toprak algılayıcıları sayesinde sistem gerektiği zaman ve gereken süre için aktif hale geçebilmektedir. Araştırma alanlarının peyzaj projelerinde çim alanların geniş yer tutması ve çim bitkisinin en sık ve fazla suya ihtiyaç duyacağı düşünülmüştür. Alanın sulama suyu ihtiyacı belirlenirken çim bitkisi kritik bitki olarak kabul edilmiştir. Alanın su gereksiniminin belirlenmesinde peyzaj projesinde mevcut çim alan miktarı dikkate alınmıştır. Çim alanların su ihtiyacının belirlenmesinde değişik kaynaklarda farklı yaklaşımlarda bulunulmuştur. Kaynaklardaki ortak yaklaşım çim bitkisinin verimli şekilde sulanabilmesi için sulama derinliğinin en az 15-20 cm olması gerektiğidir. Ancak bilindiği üzere sulama suyunun 15-20 cm' ye ulaşması değişik toprak türlerinde değişik miktarlarda su ile söz konusu olacaktır. Bu nedenle karasal iklim koşulları ve sulamaya elverişli hidrofiziksel özelliklere sahip toprak yapısı varsayılarak (Erdoğan 2002),

- Uygulama derinliği en az 15 cm olduğunda 1 m² alana günlük 4 lt su öngörülmüştür.
- Ayrıca çim alana saatte verilmesi gereken su miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formül 3.1'den yararlanılmıştır (Erdoğan 2002).

$$\frac{\text{Saatte verilen su miktarı (m}^3\text{) x Uygulanan süre (saat)}}{100 \times \text{sulanan alan miktarı (hektar)}} = \text{Sulama uygulama derinliği (cm)} \quad (3.1)$$

Öte yandan, alanın ortalama su ihtiyacının tahmin edilmesinde bitki türlerine ve iklim tiplerine göre hazırlanmış ortalama su ihtiyacı tablolardan yararlanılabilir. Yine sulamaya uygun toprak koşulları varsayılarak hazırlanan bu tablolar, farklı iklim tiplerinde bitki türlerinin tüketebileceği su miktarı düşünülerek hazırlanmıştır (Tablo 3.4). Araştırma alanının ortalama su ihtiyacının belirlenmesinde bu tablodan yararlanılmıştır. (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 Bitki türlerinin farklı iklimlerde yaklaşık su tüketimleri (Erdoğan 2002).

Bitki	Serin İklim (mm/gün)	Ilıman İklim (mm/gün)	Sıcak İklim (mm/gün)
Çim	5,00	6,80	7,25
Yapraklı Çalılar	6,00	7,50	8,25
İbrelili Çalılar	4,00	5,75	7,00
İbrelili Ağaçlar	8,50	11,25	13,50
Yapraklı Ağaççıklar	9,00	12,00	15,00
Yapraklı Ağaçlar	15,00	18,00	23,00

Tablo 3.4 İklim tiplerine ve bitki türlerine göre bitki su gereksinimleri (Erdoğan 2002).

		Yerörtücü ve çiçek kaplı 1 m ² alan	BİTKİ TEPE ÇAPLARI (cm)										
			0,45	0,60	0,75	0,90	1,20	1,50	1,80	2,40	3,00	3,65	4,25
İklim tipleri	Bitki türleri	Bitki su gereksinimi (lt/gün)											
Soğuk iklim	Herdemyeşil ağaçlar Meyve ağaçları Küçük çalılar Yerörtücüler Yıllık ve çokyıllık çiçekler	1,6	1,1	1,9	4,2	7,5	11,7	16,7	11,7		68,2	90,9	
Ilıman iklim	Herdemyeşil ağaçlar Meyve ağaçları Küçük çalılar Yerörtücüler Yıllık ve çokyıllık çiçekler	2,0	1,5	2,6	5,3	9,4	14,7	20,8	11,7		83,5	113,6	
Sıcak iklim	Herdemyeşil ağaçlar Meyve ağaçları Küçük çalılar Yerörtücüler Yıllık ve çokyıllık çiçekler	2,5	1,8	3,3	4,5	6,4	11,3	17,4	26,4	45,4	71,9	102,2	136,2

3.2.4 Araştırma Alanlarına Uygun Sulama Sisteminin Belirlenmesi

Sulama uygulamalarında, sulama yönteminin doğru bir şekilde saptanması başarıyı pozitif yönde etkileyecektir. Sulanacak alanlarda önce sulama sistemine karar verilip daha sonra sistemin planlama aşamalarına geçilmelidir. Düzenlenmiş alanların sulama yönteminin seçiminde birçok faktörü dikkate almak gerekir. Tablo 3.5'de gösterilen bu faktörlerin birlikte yorumlanması sonucunda, sulama yapılacak alanlarda, en doğru sulama sistemine karar vermekte yol göstermektedir. Bu iki sistemin tercihinde belirleyici olan faktörler şu şekilde özetlenebilir (Tablo 3.5).

Araştırma alanlarında sulama sisteminin seçiminde, bahsedildiği üzere, alanların peyzaj projelerinde yer alan geniş çim alanlar dikkate alınarak, alanın yüksek su ihtiyacını en pratik ve verimli şekilde karşılamak amacıyla yağmurlama sulama sistemi tercih edilmiştir. Araştırma

alanların bakımının Yenimahalle Belediye'sine ait olması ve Ankara ili içerisinde su sorununun bulunmasından dolayı, sulanmasında en doğru ve pratik yöntemin yağmurlama sulama sistemi olduğunu desteklemektedir.

Tablo 3.5 Sulama sisteminin tercihinde belirleyici faktörler (Aşillioğlu 2005).

Sulama kaynağı ve sulama suyunun özellikleri	Su kaynağının cinsi ve uzaklığı	Su kaynağının debisi ve potansiyeli	Su kısıtı	Sulama suyu kalitesi	Su maliyeti
Toprak özellikleri	Kullanabilir su tutma kapasitesi	Sulama hızı	Toprak derinliği ve taban suyu	Tuzluluk ve drenaj koşulları	Taşlılık
İklim özellikleri	Rüzgâr	Sıcaklık	Bağıl nem	Yağış	Don tehlikesi
Topoğrafik özellikleri	Eğim derecesi	Erozyona uygunluk	Özel istekler		
Bitki özellikleri	Bitki cinsi	Bitki hastalıkları			
Ekonomi	Sulama maliyeti	Ürün değeri			
Sosyal ve kültürel durum	Sistemi kontrol edecek kişinin eğitim durumu				

3.2.4.1 Başlık Tipinin Belirlenmesi

Yeterli bir su dağılımı, her yağmurlama sistemi için ön koşuldur, iyi bir sistem, bitkilerin gereksindiği su miktarını ve oluşabilecek kayıpları belirli bir randıman düzeyinde karşılayabilmelidir. Bu nedenle, başlıklar eldeki koşullara uygun olarak seçilmeli ve işletimleri özenle yapılmalıdır. Yağmurlama başlıklarının tip ve büyüklüğünü saptarken dikkate alınması gereken başlıca hususlar şunlardır (Sarıkoc 2007);

- Sulama alanının büyüklüğü ve şekli
- Engellerin sayısı ve tipi
- Mevcut su hacmi
- Toprak tipi ve maksimum yağmurlama hızı
- Özel bitki türleri ve vejetasyon
- İşletme basıncının gücü
- Maliyet
- Estetik kaygılar

- Arazinin topografyası
- Rüzgâr şiddeti ve rüzgârlı gün sayısı

Püskürtür başlıklar döner başlıklara göre daha düşük ıslatma mesafelerine sahip olduklarından, sulama suyunun, tasarımcıya, karmaşık bitkilendirmelerde, değişken toprak şartlarında, engebeli topografyalarda ve ekstrem iklim şartlarında kontrol kolaylığını sağlar.

Püskürtür başlıkların yağmurlama hızları döner başlıklara göre 3-5 kat daha fazla olduğu için sulama programı çok daha kısa bir zaman periyodu içine sığdırılabilir. Buharlaşma suretiyle su kaybı, sulama süresinin uzunluğu ile doğrudan ilgili olduğundan, püskürtür başlıklı sistemlerde bu kayıp şüphesiz daha az olur. Döner yağmurlama başlıklarının ıslatma alanının çapı püskürtür başlıklara göre daha geniş olduğundan, birim alanda kullanılan başlık sayısı azalır. Bu nedenle geniş alanlarda döner yağmurlama başlıklarının kullanımı daha ekonomik olacaktır. Bu başlıkların kullanılabilmesi için, proje alanları genel olarak yaya yolları, binalar vs. ile fazla bölünmemiş olmalıdır. Döner başlıklı sistemlerin su dağılımı püskürtür sistemlerinki kadar iyi değildir. Hâkim rüzgârın yönü ve hızı bu sistemler için fevkalâde önemlidir. Bu husus ıslatma alanı büyük olan başlıklarda çok daha dikkat çekicidir; o nedenle genel eğilim, daha dar aralıklı ve daha kısa atış ya da fırlatma mesafeli başlık kullanımı yönündedir. İlk bakışta, daha düşük yağmurlama hızının beraberinde getirdiği daha uzun sulama programı ve meydana gelen buharlaşma kayıpları, keza daha az düzenli su dağılımı gibi sakıncaları döner başlıklı sistemlerin daha az arzu edilen sistemler olduğu düşüncesini akla getirebilir. Ancak, söz konusu sistemlerin bu zayıf yönlerini büyük projelerde sağlayacağı ekonomi önemli ölçüde kapatır. Döner yağmurlama başlıkları verimli çalışabilmeleri için püskürtür başlıklardan daha fazla işletme basıncına ihtiyaçları vardır. Dolayısıyla daha fazla enerji maliyeti getirirler (Sarıkoc 2007).

3.2.4.2 Başlık Düzeni

Yağmurlama başlıklarının seçimi ve yerleştirilmesi sulama sistemi planlamasının en zor kısmıdır. Arazi şekilleri ve alanın informal sınırları, çoğu zaman yağmurlama başlıklarının üniform bir şekilde dağıtılmasına olanak vermez ve arazi üzerindeki çeşitli yapılar başlıkların yerleştirilmesinde engel teşkil ederler. Başlıkların yerleştirilmesindeki en önemli amaç suyun en iyi şekilde araziye dağıtılmasıdır. Suyun eşit bir şekilde araziye dağıtılabilmesi için ilk şart farklı yağmurlama hızına sahip başlıkların aynı seksiyonda kullanılmamasıdır. Eğer aynı seksiyonda tam

daire başlıklarla yarım daire başlıklar birlikte kullanılıyorsa, tam daire başlıklarla aynı yağmurlama hızına sahip yarım daire başlıkları seçmek gerekir. Ya da yarım daire başlıklar ayrı bir seksiyona toplanmalıdır. Başlıklar arasındaki mesafelerde üretici firmanın tavsiyelerine göre araştırma alanlarına uygulanacaktır (Sarıkoc 2007).

Artık üretici firmalar yağmurlama hızları aynı olan tam daire başlıklarla, yarım ve çeyrek daire ve hatta özel dereceli (250° , 112°) başlıkları üretebilmektedirler ve dolayısıyla tüm bu başlıklar aynı seksiyonda kullanılabilir. Bu da tasarımda esneklik, proje maliyetinde tasarruf sağlayacağından uygulama alanlarında düşünülecektir. Sprinkler sulama sisteminin eş dağılımını ve dolayısıyla verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri de rüzgâr faktörüdür. Rüzgâr yönü ve hızı kontrol edilemeyen etkilerdir ve sulama sistemi üzerindeki etkileri göz ardı edilemez. Rüzgâr yağmurlama başlıklarının suyu dağıtımını etkilediği gibi yağmurlama hızının da süreç içerisinde rüzgâr hızına ve yönüne göre değişmesine neden olur. Bu yüzden sulama sistemi koşulların maksimum etkileri göz önüne alınarak araştırma alanlarında sulama sistemi tasarlanmıştır (Sarıkoc 2007).

Rüzgârlı koşulların, bir yağmurlama sisteminin su dağılım desenini ne ölçüde etkileyebileceği bir grafik yardımıyla gösterilmeye çalışılmıştır. Rüzgârsız veya hafif rüzgârlı koşullarda uygulanan suyun aynı merkezli üçgen kesit dağılımı göstermesi, uygun işletme basıncının kullanıldığına en önemli kanıtı sayılmaktadır. Rüzgârlı koşullarda ise su dağılım deseni, büyük ölçüde çarpılmaktadır. Rüzgârlı koşullarda sistem planlanırken, başlıklar arasına verilecek aralık azaltılır. Genel olarak sulamanın, günün rüzgârsız ve hafif olduğu ($0-2,5$ m/s) zamanlarda yapılması önerilir. Bununla ilgili olarak, lateraller hâkim rüzgâr yönüne dik konumda çalıştırılmalıdır. Aynı zamanda yükselticiler dik tutulacak biçimde düzenlenmeli ve başlıkların dönüş hızları düzenli olmalıdır. Rüzgârlı koşullarda eşdağılımı etkileyecek başlıca etmenler meme tipi, meme boyutu, uygulama basıncı ve başlıklar arasındaki mesafedir. Rüzgârlı koşullarda firmalarca tavsiye edilen başlık aralıkları, ıslatma çaplarının yüzdesi olarak Tablo 3.6 'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Rüzgarlı Koşullarda Aralık Mesafeler (Sarıkoç 2007).

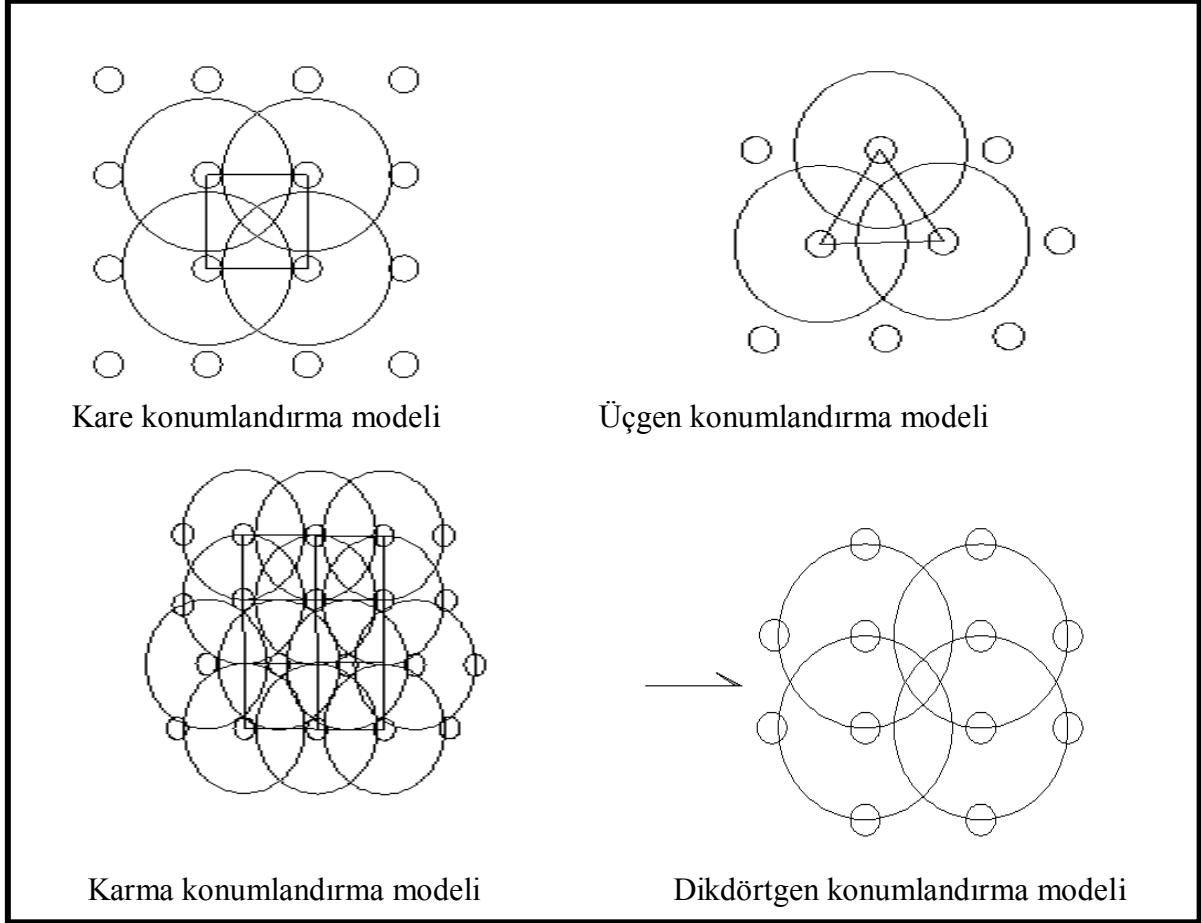
Rüzgâr koşulları	Aralık mesafeler
Düşük	% 60-65 ıslatma çapı
Orta	% 50 ıslatma çapı
Yüksek	% 30-50 ıslatma çapı

Piyasadaki geniş başlık yelpazesi göz önüne alındığında, sistemi mümkün olan en büyük aralık ve en uzun fırlatma mesafeli başlıkla planlamak en ekonomik yol olacaktır. Yani sistemde kullanılacak meme boyutunu ve aralık mesafeyi belirleyecek iki faktör istenen eşdağılım oranı ve toprak cinsinin infiltrasyon oranı olacaktır. Yüksek verimin ve doğal olarak yüksek eşdağılım oranının beklendiği, iyi tekstürlü toprakların bulunduğu alanlarda iyi çalışan sistemler her zaman küçük memeli (3mm çap) ve yakın aralık mesafeli (9-12 m) başlıklarla planlanır. Kaba tekstürlü yüksek infiltrasyon oranına sahip topraklarda ya da yüksek eşdağılımın beklenmediği alanlarda daha büyük çaplı memeler ve başlık aralık mesafeleri kullanılabilir (Sarıkoç 2007).

- **Başlık Aralıklarının Belirlenmesi**

Seçilen yağmurlama başlıklarının tipi ve boyutu, büyük ölçüde başlıkların düzenini ve aralığını etki eder. Bu başlıklar ekseriya geometrik bir düzende, örneğin kare ya da üçgen şekilde konumlandırılır. Ancak üçgen şekil daha iyi sonuç verir. Bazen hem kare hem de üçgen şekiller birlikte kullanılır. Kare konumlandırma küçük kare alanlar ve kareye yakın alanların sulanmasında elverişlidir ve köşe ve kenarlar için yakın başlık kullanımı gerektirir. Bu tarz konumlandırma alandaki köşe ve kenarların tam olarak sulanmasını sağlar. Üçgen konumlandırma ise düzensiz sınırlı ya da sınırsız arazilerin sulanmasında elverişlidir. Üçgen konumlandırma, kare konumlandırmaya göre daha az başlık gerektirir, suyu daha üniform şekilde dağıtabilir ve verimlilik katsayısı üçgen konumlandırmada daha fazladır. Engellerin etrafında ve düzensiz sınırlarda karma konumlandırma kullanılır. Bu konumlandırma kare ve üçgen konumlandırmanın karışımıdır. Şaşırtmalı konumlandırma ise yapı olarak karma konumlandırmaya benzer kavisli bölgelerdeki engellerin etrafında ya da kavisli sınırı olan arazilerde kullanılan bir konumlandırma yöntemidir. Üretici firmalar ürün broşürlerinde uygulama basıncı, yağmurlama hızı ve her başlığın debisi ile ilişkili olarak kullanılması gereken başlık aralıkları hakkında tavsiyeler vermektedirler. Tasarımcının kullandığı ürüne göre ürün kataloglarında verilen aralık

mesafelerinin dışına çıkılmaması gerekir. Bunun dışında aralık mesafelerle ilgili farklı kaynaklarda farklı öneriler getirilmiştir. Şekil 3.19’da yağmurlama başlıklarının konumlandırma düzeni gösterilmiştir (Sarıkoc 2007).



Şekil 3.20 Yağmurlama başlıklarının konumlandırma düzeni (Sarıkoc 2007).

3.2.4.3 Yağmurlama Hızı ve Hesaplanması

Bir sulama sistemi planlamasında başlıklar debilerine ve ıslatma alanı çaplarına göre seçilirler. Debi miktarı ise başlık memesinin boyutuna ve basınca göre değişir. Genelde üretici firma broşürlerinde çeşitli başlıklar farklı meme boyutları ve işletme basınçlarına göre ıslatma alanı çapları ve debileri sınıflandırılır ve planlama yapılırken kullanılacak ürün markasının broşürlerinden alanın mikro klima özellikleri, sulanacak bitki türleri, bitki türlerinin su ihtiyaçları ve varsa mevcut işletme basıncı özelliklerine göre başlık türleri belirlenir. Başlık seçimi yapılırken değerlendirilmesi gereken diğer bir faktör de başlığın yağmurlama hızıdır.

Yağmurlama hızı (daha çok mm/s olarak ifade edilir) belirli bir süre içinde toprağa verilen su miktarı olarak tanımlanabilir. Bilindiği üzere, bir yağmurlama sisteminin temel amacı, yüzeysel akışa, dolayısıyla erozyona meydan vermeden toprağın kabul edebileceği miktarda suyu sağlamaktır. Normal bir toprak, yüzeysel akışa yol açmadan yaklaşık olarak saatte 8 mm su kabul eder. Ancak bazı başlıklar saatte 10 cm'ye varan yağmurlama hızına sahiptir. Bu durumda zamanlama programı, yağmurlama ve toprağın perkolasyon hızına göre ayarlanmalıdır. Yüzeysel akışı önlemek için kısa aralıklarla tekrarlı sulama planlanmalıdır. Hesaplanan yağmurlama hızlarının toprağın perkolasyon hızından fazla olması durumunda daha küçük meme çapları kullanılabilir ya da daha geniş ıslatma çapma sahip başlıklar seçilerek başlık aralıklarını arttırma yoluna da gidilebilir. Yarım daire başlıklar ve tam daire başlıkların aynı vana seksiyonu içinde kullanıldığı sistemlerde, yarım daire başlıkların meme boyutları düşürülerek başlık debileri başlıkların ıslatma alanı ile orantılı hale getirilirler. Nitekim yarım daire başlıklar tam daire başlıklara oranla iki kat daha fazla yağmurlama hızına sahiptirler. Başlık aralık mesafeleri belirlendikten sonra, her başlığın yağmurlama hızının toprağın dizayn perkolasyon hızından daha büyük olup olmadığını kontrol etmek gerekir. Ve bir başlığın yağmurlama hızının tahmininde aşağıdaki formül 3.2'den yararlanılır (Sarikoç 2007).

$$Yh = q \times 60/F \quad (3.2)$$

Burada;

Yh = Yağmurlama hızı, mm/s

q = Başlık su tüketimi ya da debisi, lt/dk

F = Aralık mesafe düzeninde başlık ıslatma alanı m²

Üçgen düzende **F** = 0.86 d² olup, d başlık aralığı.

3.2.4.4 Yağmurlama Başlıklarını Seksiyonlara Ayırma

Sulama sisteminin tasarlanmasında bir sonraki adım sulanacak alandaki farklı zonların ayırımını yapmaktır. Sulanacak alanda farklı bölgeler farklı su isteklerine sahip olabilirler. Bu bölgelerin her birine hidrozon ya da seksiyon adı verilir. Bir sulama alanının alt bölümlere ayrılması, genellikle bitki türlerindeki farklılıklar, alanın özellikleri, değişik sprinkler başlık tipleri nedeniyle; ya da basitçe bir kerede tüm sulama sisteminin aktif hale getirilmesinde var olan su kapasitesinin yetersiz kaldığı durumlarda gerekli olur. Oluşturulacak hidrozonları kısaca şu şekilde gruplandırmak mümkündür (Sarikoç 2007).

- Her şeyden önce, aynı grupta bulunacak başlıkların yağmurlama oranı birbirine yakın olmalıdır. Aynı yağmurlama hızına sahip olan, ya da yağmurlama oranı arasında maksimum %10 fark olan başlıklar eşleştirilebilir. Aralarında %10'dan daha fazla fark olan başlıkların ayrı gruplandırılması gerekir.
- Yağmurlama oranlan eşleşmeyen başlıklar, yay tiplerine göre gruplanabilir. Mesela, tüm 90° başlıklar aynı bölümde, tüm 180° başlıklar başka bir bölümde olmalıdır gibi. Her bölümün çalışma zamanı aynı oranda su sağlanacak şekilde ayarlanabilir.
- Yağmurlama hızlan farklı olan püskürtür başlıklar, döner başlıklar ve ya damla sulama emitörleri aynı seksiyonda konumlandırılmamalıdır.
- Farklı bitki ve toprak türleri ayrı ayrı gruplanmalıdır. Örnek olarak, alanın daha ıslak bir kısmında bulunacak su seven bitkilerin su ihtiyaçları normalin üzerinde olacaktır.
- Farklı rüzgâr, güneş, gölge, yön ve diğer sebeplerle meydana gelen farklı mikro iklimler, ayrı seksiyonlarda bulunmalıdır çünkü su ihtiyacı farklı olacaktır.
- Alanın var olan ya da tasarlanan topoğrafik özelliklerine göre farklı guruplar oluşturulmalıdır. Örnek olarak, eğimli kısımlarda perkolasyon oranı düşer ve süzülmeden akıp giden su oranı artar. Dolayısıyla eğimli alanların düz alanlardan ayn seksiyonlarda olması gerekebilir.
- Her seksiyonda kullanılacak olan malzeme o kısımdaki bitkilerin büyüme oranını karşılayacak şekilde olmalıdır. Bu sebeple gruplama bitkilerin ergin boylan göz önüne alınarak da yapılabilir. Eğer az su ihtiyacı olan yeni dikilmiş küçük bitkiler, ya da yüksek debi değeri olan başlıklar isteyen çimlerin tohumlarının filizlenme dönemi gibi durumlarda, geçici gruplama yapılabilir.
- Kullanılan kontrolörün toplam seksiyon sayısı kadar istasyonunun olması gereklidir. Eğer gelecekte büyüme olacaksa, ya da proje aşamalar halinde hayata geçiriliyorsa, ek istasyonların kullanılabilirdiği bir kontrolör seçilmelidir. 4 istasyondan 30 istasyona kadar seçenekler mevcuttur. Kontrolörlerde genelde 4'ün ya da 6'nın katları kadar istasyon bulunur.
- Bir alanın doğal coğrafi yapısı çoğu zaman doğal sınırlarla bölümlere ayrılmayı gerekli kılar. Sırt, vadi, bitkisel çitler gibi sınırlar alam doğal seksiyonlara ayırmakta kullanılabilir.

Zonlara ayrılmış bir sulama sisteminde her bir zona gelen suyu farklı bir vana kontrol eder. Bu şekilde her bir zonun farklı su ihtiyacını karşılayacak sürede çalışması kontrol altında tutulur. Sistemin seksiyonlara ayrılmasında normal yöntem aşağıdaki saptamaları yapmak suretiyle mümkün olur (Sarıkoc 2007);

- Başlıkların yağmurlama hızı, mm/s,
- En kurak mevsimde maksimum su tüketimi, mm/gün veya mm/hafta,
- Maksimum sulama süresi (dk).

En kurak mevsimde çim veya vejetasyonun gereksinim duyduğu milimetre cinsinden haftalık su miktarı başlıkların milimetre olarak saatlik yağmurlama hızına bölüldüğünde, her başlığın haftada çalışması gerekli olan süre saat cinsinden elde edilir. Bu süre 60 ile çarpılarak dakikaya dönüştürülür ve her başlığın dakika olarak günde çalışması gerekli sürenin bulunması için de elde edilen bu son rakam 7 ' ye bölünür. Genellikle sulamanın yapılabileceği süre sınırlıdır. Başlıkların dakika olarak günlük toplam çalışma süresi, her bir başlığın çalışması için gerekli olan dakika cinsinden süreye bölüldüğünde, seksiyonların sayısı bulunur. Eğer elde edilen sayı küsürlü çıkarsa, küsur atılır ve tam sayı seksiyon sayısı olarak alınır.

Her seksiyondaki başlıkların sayısı, eşdeğer başlık sayısı toplamının seksiyon sayısına bölünmesi suretiyle bulunabilir. Eşdeğer başlık deyimini ile seçilmiş ve birim başlık olarak tanımlanmış başlıkların sayısı kastedilir. Örneğin, 80 lt/dk su tüketen bir yağmurlama başlığı bir birim ile ifade edilirse, 40 lt/dk su tüketen başlık 0.5 birim, 20 lt/dk su tüketen başlık da 0.25 birim olur. Sonuç küsürlü çıkarsa küsur atılır ve kalan, seksiyonlar arasında mümkün olduğu kadar eşit şekilde dağıtılır. Seksiyonları eşit yapmanın bir diğer yolu da sistemdeki bütün başlıkların lt/dk su tüketimini toplayıp seksiyon sayısına bölmek suretiyle her seksiyonun lt/dk su tüketimini bulmaktır. Böylece her seksiyonun lt/dk su tüketimi elde edilmiş olur. Bilindiği gibi, her seksiyondaki başlık yağmurlama hızlarının aynı olması gerekir. Bunun amacı, her seksiyondaki su tüketimini mümkün olduğu kadar sabit tutmaktır. En fazla lt/dk su gereksinimine sahip olan seksiyona göre pompa seçimi yapılır (Sarıkoc 2007).

3.2.4.5 Boru Tipinin Belirlenmesi

Günümüz sistemlerinde üstün kullanım özelliklerinden dolayı PVC ve polietilen borular çoğunlukla tercih edilmektedir. Bu boruların tercih sebebi;

- Akış özelliklerinin mükemmelliği
- Ağırlık bakımından nispeten hafif oluşu ve bu boruların pratikte kullanımının kolaylığı
- Aşınmaya ve çürümeye karşı duyarsızlığı
- Nispeten ucuzluğu
- Esnekliği
- Dayanıklılığı olarak sıralanmaktadır (Sarıkoc 2007).

PE polietilen borularda esnek olmaları ve dona karşı dayanıklı olmalarından dolayı soğuk yörelerde lateral boru olarak tercih edilirler. PVC' ler ise güneş etkilerine dayanıksızdır. Sert olduklarından düz olmayan satırlarda döşenmeleri polietilenlere göre daha zordur. PE'lenler ise yumuşak olduklarından dar çalışma alanlarında döşeme kolaylığı sağlar. Ayrıca 50-100-150 m uzunluklarında üretilebildiklerinden az sayıda ekleme parçası kullanılarak daha uzun mesafelerin kısa sürede döşenmelerine imkân verir. Araştırma alanının sulama projesinde kullanım kolaylıkları bakımından PE borular tercih edilmiştir (Sarıkoc 2007).

3.2.4.6 Boru Çaplarının Belirlenmesi

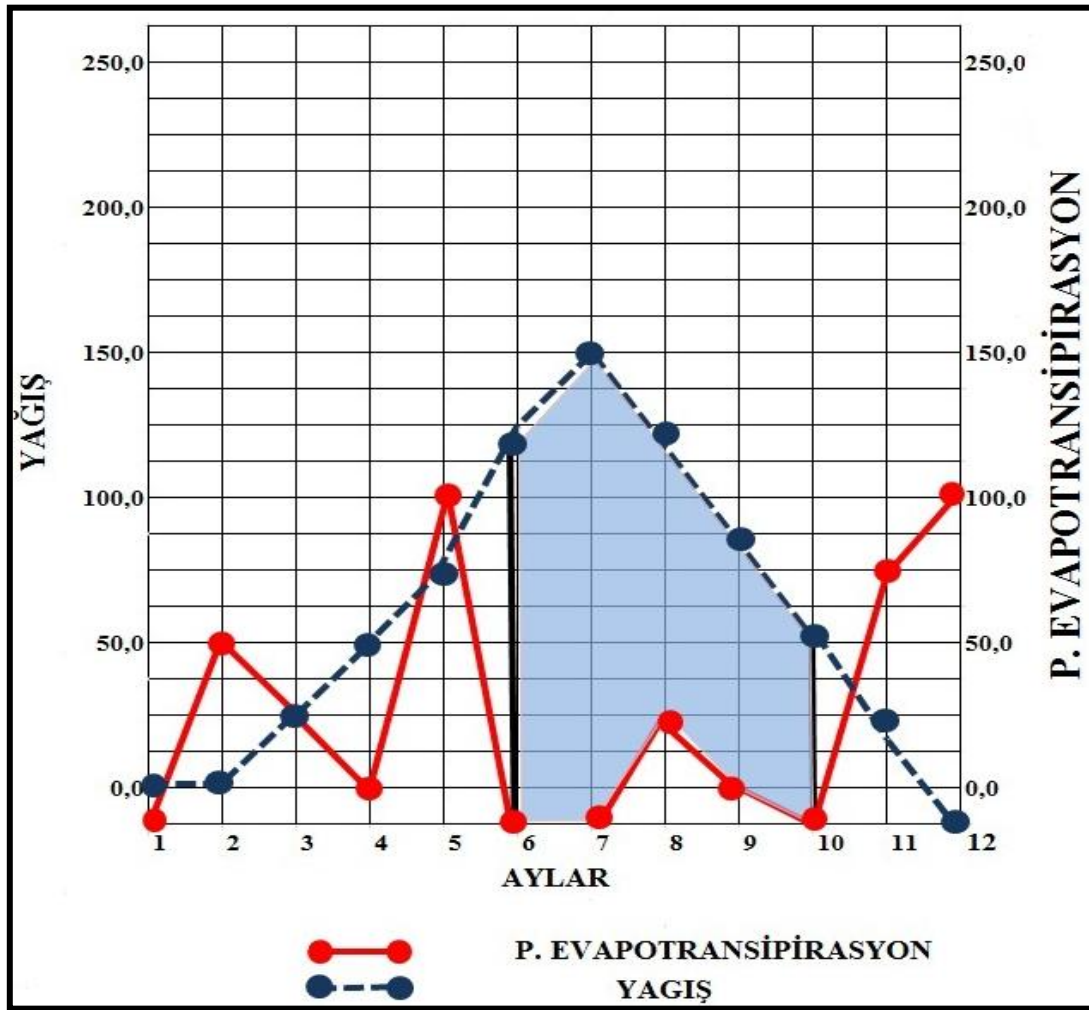
Ana boru boyutlarının ne olacağına sistemin su gereksinimi ve muhtemel tüm basınç kayıpları belirlendikten sonra karar verilebilir. Ana borular en az 35 cm derinliğinde döşenmeli ya da bölge iklimine göre dondan etkilenmeyecek bir derinliğe, sistemdeki gerekli kod gereksinimleri de göz önüne alınarak döşenmelidir. Boru boyutları, sistemin su gereksinimi belirlendikten sonra, boruların taşıyacağı debi miktarına ve bununla beraber debinin boru içindeki akış hızı ve sürtünme kayıpları da değerlendirilerek, üretici firma tarafından hazırlanan, taşınacak debiye göre boru çapları ve suyun akış hızının belirlendiği, kataloglardan yararlanılarak belirlenir. Daha öncede bahsedildiği gibi suyun boru içindeki güvenli akış hızı 1,5 m/sn'dir, daha büyük akış hızları boru içinde türbülans oluşturarak basınç kayıplarının artmasına neden olur. Boru çapı istenen debiyi taşıyabilecek boyutta bile olsa suyun akış hızı 1,5 m/sn'yi geçiyorsa bir üst boru çapını tercih etmek daha sağlıklı olacaktır (Sarıkoc 2007).

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1 ARAŞTIRMA ALANLARININ İKLİMİ

Araştırma alanının iklim tipi belirlenirken kullanılan Thornthwaite yönteminin hesaplamaları, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde özel olarak hazırlanmış bir bilgisayar programı ile yapılmış ve aşağıdaki veriler elde edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Thornthwaite su bilançosu grafiği (URL-13 2009).

Şekil 4.1'e göre yağış ve potansiyel evapotranspirasyon eğrileri incelendiğinde Ankara ve çevresinde Temmuz-Ekim ayları arasında yağış noksanı bulunmaktadır. Mayıs-Haziran aylarında düşen yağışlar ise sağanak halinde kısa sürede olduğundan toprağa sızmaya vakit bulamadan eğimli yerlerde yüzeysel akış ve düz yerlerde buharlaşma yoluyla kaybolmaktadır. Derinlere inemeyen ve toprak yüzeyine yakın tabakalarda kalan rutubet de otsu bitkiler tarafından kısa bir sürede harcandığından büyük boylu ağaçlar, uzun yaz döneminde susuz kalmaktadır. Bitkiler stomalarını büyük ölçüde kapatmak suretiyle evapotranspirasyonu kısmen önlemekte iseler de bu tedbir, kurumalarına engel olamamaktadır. Bu nedenle, Ankara çevresine dikilen ibrelilerde özellikle ve öncelikle ibre kuruması görülmektedir. İlk yıllarda ibrelerin kuruyup dökülmesine rağmen, ağaç henüz kurumadığından sağlam tomurcukların ilkbaharda sürgün vermesiyle, asimilasyon organı olan yeni ibreler çıkmaktadır. Bu nedenle tam kurumamış durumda olan fertler için beklemekte yani alandan çıkartmakta acele etmemekte vejetasyon başlangıcını için yarar vardır. Bu fertlerden vejetasyon başlangıcında tomurcuklarını patlatabilenler yaşamını sürdürebilmektedir.

Vejetasyon devresinin dışında kalan kış ve sonbahar aylarında normalin üstünde yağış düştüğü halde, vejetasyon devresinde yeterli miktarda yağış olmadığı zaman kuraklık ve onun zararları hissedilecektir. Buna örnek olarak 2008 yılında 437,4 mm yağış olmuş, ancak bunun sadece 173,1 mm'si vejetasyon mevsiminde düşmüştür.

Bu durum yağışların büyük kısmının Ankara ve çevresinde vejetasyon mevsimi dışında gerçekleştiğini gösterir. Yine 2008 yılında uzun yıllar ortalaması (377,6 mm) üzerinde olan yağışa karşın, 472,8 mm'lik su açığı ile karşımıza çıkması vejetasyon mevsimi dışındaki yağışın fazla olmasının su açığını gidermediğini göstermektedir (Tablo 4.1).

Aşağıda bölgeye ait su bilançosu, Thornthwaite yöntemine göre mevcut veriler değerlendirilerek elde edilmiştir. Tablo 4.1'de verilerden yararlanılarak Thornthwaite yöntemiyle iklim tipinin belirlenmesinde gerekli indis değerleri hesaplanmıştır. Araştırma alanlarının topografik ve iklim özellikleri bakımından birbirlerinden farklı özellikleri bulunmaktadır.

Tablo 4.1 Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu tablosu (DMİ, 2010).

Enlem	41												Ölçme Yılları 2001 2008
	Ankara												
İl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Bilanço Elemanları	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Sıcaklık	3,0	4,1	11,5	13,0	14,8	22,0	26,3	24,7	20,8	13,2	6,9	2,5	12,6
Sıcaklık İndisi	0,4	0,7	3,5	4,3	5,2	9,4	12,4	11,2	8,7	4,4	1,6	0,4	62,1
Düzeltilmemiş PE	5,0	7,9	37,0	44,4	53,9	97,4	127,2	115,8	89,6	45,3	17,3	3,8	
Düzeltilmiş PE	4,2	6,7	38,1	49,0	0,0	2,5	19,3	13,0	1,0	43,8	14,3	116,9	734,3
Yağış	6,8	43,0	32,8	27,3	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	64,8	49,7	437,4
Depo Değişimi	0,0	0,0	5,3	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,3	100,0	
Depolama	100,0	100,0	94,7	73,0	43,8	2,5	2,5	19,3	0,0	0,0	50,3	3,1	
Evapotranspirasyon	4,2	6,7	38,1	49,0	66,2	156,9	156,9	116,6	13,0	1,0	14,5	0,0	261,5
Su Noktası	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,8	42,8	0,0	64,0	472,8
Su Fazlası	2,6	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,0	102,9
Yüzeysel Akış	33,3	19,4	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	102,9
Nemlilik Oranı	0,6	5,5	-0,1	-0,4	0,7	-1,0	-0,1	-0,9	-0,9	-1,0	3,5	36,4	

4.2 ARAŞTIRMA ALANLARININ TOPRAK ÖZELLİKLERİ

- Geçirgenlik ve Su Tutma Kapasiteleri

Araştırma alanlarının her birinin 30 cm ve 60 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinin geçirgenlik ve maksimum su tutma kapasiteleri, 2009 yılında Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nde gerekli analizler yapılarak Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 Araştırma alanlarının toprağın geçirgenlik oranları ve su tutma kapasiteleri.

		1.ÖRNEK	2.ÖRNEK
Şentepe Gündoğan Parkı	GEÇİRGENLİK		
	Üst Toprak	3,65 mm/saat	2,82 mm/saat
	Alt Toprak	1,3 mm/saat	1,1 mm/saat
	Geçirgenlik Sınıfı	Yavaş	Yavaş
	SU TUTMA KAPASİTESİ		
	Üst Toprak	% 32,12	% 24,17
	Alt Toprak	%21,11	% 27,40
	Çayyolu Mahonya Parkı	GEÇİRGENLİK	
Üst Toprak		6,8 mm/saat	7,5 mm/saat
Alt Toprak		10,2 mm/saat	8,9 mm/saat
Geçirgenlik Sınıfı		Hızlı	Hızlı
SU TUTMA KAPASİTESİ			
Üst Toprak		% 14,01	% 11,87
Üst Toprak		% 5,61	% 10,70
Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı	GEÇİRGENLİK		
	Üst Toprak	1,24 mm/saat	2,01 mm/saat
	Alt Toprak	2,5 mm/saat	3,7 mm/saat
	Geçirgenlik Sınıfı	Yavaş	Yavaş
	SU TUTMA KAPASİTESİ		
	Üst Toprak	% 41,18	% 54,28
	Üst Toprak	% 38,15	% 41,94

Tablo 4.2'e göre, her bir araştırma alanının iki farklı bölgesinden alınan toprak örnekleri incelendiğinde, Şentepe Gündoğan Parkının geçirgenlik sınıfının yavaş olduğu görülmektedir.

Çayyolu, Mahonya Parkı; toprak yapısında ise, su tutma kapasitesinin düşük, geçirgenliğin hızlı olduğu toprak yapısına sahiptir. Toprak yüzeyine düşen suyun alt toprağa hızlı bir şekilde ulaşacağı görülmektedir.

Batıkent, Abdurrahman Oğultürk Parkının toprak yapısına bakıldığında ise bu toprak yapısının geçirgenlik bakımından oldukça düşük ve ağır bünyeli olduğu dikkati çekmektedir. Toprak yüzeyine düşen suyun alt toprağa yavaş bir şekilde ulaşacağı görülmektedir.

Ayrıca normal bir toprağın geçirgenliğinin 8 mm/saat olduğu düşünülürse, Gündoğan ve Mahonya Parkının değerlerinin oldukça düşük olduğu söylenebilir. Bu nedenle alandaki

toprağın bitkilendirmeye geçilmeden önce organik madde ve kum ile ıslah edilerek toprağın bitki dikimine ve sulamaya elverişli hale getirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde sulama sistemi aracılığıyla ya da yağışlarla toprağa ulaşan su, toprak içine girmeden yüzeysel akışa geçecektir.

- **Tekstür**

Toprağın fiziki durumunun sulama sistemlerinin planlamasında belirleyici olması, araştırma alanları için kullanılabilecek değerlerin elde edilmesi gerekliliğini doğurmaktadır. Bu nedenle planlamada, araştırma alanlarından alınan karma örneklerin analiz sonuçları dikkate alınmıştır. Bununla beraber, belirtildiği gibi araştırma alanlarının toprak ıslahının da ihmal edilmemesi gerekir. Mevcut toprak şartları imkânlar dâhilinde iyileştirilmelidir.

Araştırma alanlarından alınan toprakların belirlenen tekstürleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Tablo 4.3'te verilen değerler incelendiğinde Gündoğan Parkı ve Mahonya Parkının hafif, Abdurrahman Oğultürk Parkının ise ağır bünyeli toprak yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.3 Araştırma alanlarının toprak tekstürleri.

Şentepe Gündoğan Parkı	TOPRAK TEKSTÜRÜ (%)				TEKSTÜR SINIFI
		Kum	Toz	Kil	
Üst Toprak	76.8	26	11	Kumlu+Tın (Hafif Bünyeli Toprak)	
Alt Toprak	58.3	14	20	Kumlu+Tın (Hafif Bünyeli Toprak)	
Çayyolu Mahonya Parkı	TOPRAK TEKSTÜRÜ (%)				TEKSTÜR SINIFI
		Kum	Toz	Kil	
Üst Toprak	68.4	36	8.2	Kumlu+Tın (Hafif Bünyeli Toprak)	
Alt Toprak	77.4	29	17	Kumlu+Tın (Hafif Bünyeli Toprak)	
Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı	TOPRAK TEKSTÜRÜ (%)				TEKSTÜR SINIFI
		Kum	Toz	Kil	
Üst Toprak	18.2	57	63	Killi+Tın (Ağır Bünyeli Toprak)	
Alt Toprak	14.7	37	71	Killi+Tın (Ağır Bünyeli Toprak)	

- **pH ve Elektrik İletkenlik**

Araziden alınan karma örneğin pH ve elektrik iletkenlik değerleri, yapılan analizlerde aşağıdaki gibi saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Araştırma alanlarının toprak yapısının pH ve elektrik iletkenliği.

		pH	ELEKTRİK İLETKENLİK
Şentepe Gündoğan Parkı	Üst Toprak	6,6	95
	Alt Toprak	8,9	174
	Değerlendirme	<u>Bazik</u>	<u>Tuzsuz</u>
Çayyolu Mahonya Parkı	Üst Toprak	5,7	133
	Alt Toprak	6,2	158
	Değerlendirme	<u>Asidik</u>	<u>Tuzsuz</u>
Batıkent Abdurrahman Ogultürk Parkı	Üst Toprak	7,1	165
	Alt Toprak	6,2	221
	Değerlendirme	<u>Bazik</u>	<u>Tuzsuz</u>

Analizler sonucunda, araştırma alanlarının mevcut toprağının tuz içermediği saptanmıştır. Mahonya Parkının toprak yapısında asidik değer tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, Mahonya Parkının sulama ve peyzaj projesi hazırlanırken toprak pH'ına uygun türlerin kullanılmasına özen gösterildiği anlaşılmaktadır.

- **Kireç miktarı**

Toprağın kireç durumu, bitkilendirmede kullanılacak türlerin seçiminde belirleyici rol oynayan faktörlerden biridir. Araştırma alanlarının mevcut toprağının kireç durumu HCl damlatılarak belirlenmiştir. Tablo 4.5'e göre araştırma alanlarının alt ve üst toprağı kireçsizdir.

Tablo 4.5. Araştırma alanlarının toprak yapısının kireç miktarı.

		KİREÇLİLİK DURUMU	KÖPÜRME DERECEİ
Şentepe Gündoğan Parkı	Üst toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok
	Alt toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok
Çayyolu Mahonya Parkı	Üst toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok
	Alt toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok
Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı	Üst toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok
	Alt toprak	Kireçsiz	Reaksiyon yok

4.3 ARAŞTIRMA ALANLARININ SULAMA SUYU İHTİYACI

Araştırma alanların sulama suyu ihtiyacı belirlenirken, peyzaj tasarım projesindeki geniş çim alanlar göz önünde alınarak, alanların sulama suyu ihtiyacı en sık ve fazla suya ihtiyaç duyan çim bitkisine göre belirlenmiştir.

Serin iklime sahip yörelerde çim ve çalılar için gerekli su miktarı, yaklaşık olarak günde 5.00 mm'dir. Yine aynı şekilde serin iklimlerde yapraklı çalılarının günlük su ihtiyacı 6.00 mm olarak belirlenmiştir.

Bu araştırmada bölge ikliminin karasal olmasına rağmen çim bitkisinin kuraklığa hassas oluşu, sistemin en kötü şartlar göz önüne alınarak planlanmasını gerektirmektedir. Bölgede kurak dönemlerin yaşandığı düşünülerek ve karasal iklimlerde çalılarının su istekleri de dikkate alınarak toprakta su eksiğinin bulunduğu dönemlerde su ihtiyacının günde 6.00 mm olacağı düşünülmüştür. Buna göre, alanda en kurak mevsimde her 1 m² alan için 6.00 lt suya ihtiyaç duyulacaktır.

Bu da toplam;

1. Araştırma Alanı Şentepe Gündoğan Parkı: 11.195 m² alanda günlük su ihtiyacı yaklaşık 6.00 lt/m² x 11.195 m² = 67.170 lt. = 67 ton demektir.

2. Araştırma Alanı Çayyolu Mahonya: 1.652 m² alanda günlük su ihtiyacı yaklaşık 6.00 lt/m² x 1.652 m² = 9.912 lt. = 10 ton demektir.

3. Araştırma Alanı Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı: 5.870 m² alanda günlük su ihtiyacı yaklaşık 6.00 lt/m² x 5.870 m² = 35.220 lt. = 35 ton demektir.

Alana verilecek su miktarı, seçilen başlık debisi ve sulama süresiyle az çok değişebilir.

4.4 BAŞLIK SEÇİMİ, DÜZENİ VE YAĞMURLAMA HIZININ BELİRLENMESİ

Araştırma alanlarından, Mahonya Parkında kullanılacak başlık tipi seçilirken, toprağın infiltrasyon hızının yanı sıra, alanın informal yapısı ve daralan kısımları göz önünde bulundurularak, sprej başlıklar seçilmiştir. Aynı basınçta çalışan ve yaklaşık aynı yağmurlama hızına sahip; ancak farklı nozullar kullanılarak ıslatma alanı çapları ayarlanabilen sprej başlıkları kullanılmıştır. Bu başlıkların yağmurlama hızlarının birbirine çok yakın değerlerde ve sprinç işletme basınçlarının birbirine yakın olması nedeniyle aynı seksiyonda kullanılmalarında sakınca görülmemiştir. Araştırma alanları geniş bir alanda planlanmış olmasına karşın yürüyüş yolları ve çeşitli sert zeminlerle daha küçük parsellere bölünmüş durumdadır. Bu durum, ıslatma alanı çaplarına göre seçilen yağmurlama başlıklarının tercihinde sınırlılık yaratmaktadır. Bu nedenle sprej yağmurlama başlıklarında, düşük ıslatma alanı çapına ve yüksek yağmurlama hızına sahip olan sprej sprinçler tercih edilmiştir. Sulanacak parsellerin düzensiz sınırlara sahip olması ve üniform bir su dağılımı sağlanabilmesi amacıyla, sulama başlıkları üçgen şekilde konumlandırılmıştır. Sulama başlıklarının alanda dağılımı Şekil A2’de sunulmuştur.

Gündoğan ve Abdurrahman Oğultürk Parkı, Mahonya Parkından başlık seçimi konusunda farklılık göstermektedir. Gündoğan Parkının yüksek kesimde bulunması ve alan olarak doğrudan rüzgâra maruz kalmasından dolayı, sprej sprinçler farklı konumlandırılmıştır. Rüzgârın hızı arttıkça suyun toprağa homojen bir şekilde düşmesi azalacaktır. Rüzgâr hızının artması ile suyun dağılım düzeninin bozulması sonucu küçük ıslanmamış mekânlar ortaya çıkar. Bu sorunu en aza indirmek için yapılacak işlem, sprej sprinçler konumlandırırken bunların toprak yüzeyiyle olan açısını en aşağı seviyede tutmaktır. Toprağa düşen suyun homojemizasyonu, nozuldaki suyun rüzgârdan etkilenme şiddeti ile paralellik gösterir. Gündoğan Parkında başlıkların konumlandırılmasında ve nozul seçimlerinde rüzgârın etkisi göz önüne alınarak planlama

yapılmıştır. Gündoğan Parkının diğer araştırma alanlarından daha fazla rüzgâra maruz kalmasından dolayı sistemin en kötü şartlarda da işletmesini sağlamak için seçilen başlıkların %50'si daha sık aralıklarla konumlandırılmıştır. Alanın kullanıldığı saatler dışında sulamanın yapılması planlanmasına rağmen, su kaybını en aza indirmek amacıyla, sert zeminlerin ıslatılmamasına dikkat edilmiştir. Ancak bazı durumlarda, belli bölgelerin susuz bırakılmaması için, sert zeminlerin ıslatılması kaçınılmaz olmuştur. Sulama başlıklarının alanda dağılımı ŞEKİL A1'de sunulmuştur.

Abdurrahman Oğultürk Parkında ise, toprağın su tutma kapasitesinin yüksek değerde ve ağır bünyeli bir yapıya sahip olmasından dolayı, yeşil alanlar üzerinde göllenme veya su akışını önlemek amacıyla yağmurlama hızı düşük olan rotor sprinkler tercih edilmiştir. Rotor sprinklerin alanda dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur. En kurak mevsimde çimin gereksinim duyduğu milimetre cinsinden günlük su ihtiyacı, toprağın infiltrasyon hızına uyumlu olarak seçilen nozulun yağmurlama hızına bölüdüğünde, sistemin günde çalışması gereken süre saat cinsinden bulunacaktır. Başlıkların debileri ve çalışması gereken süre tespit edildiğinde, sistemin belirlenen sürede tüketeceği su miktarı ve depo hacmi de hesaplanacaktır.

4.5 SİSTEMİN SEKSİYONLARA AYRILMASI VE YERLEŞİMİ

Gündoğan Parkında, günün hemen tüm saatlerinde yoğun şekilde kullanıldığından ve güneşin etkinliğinin düşük olduğu saatlerin sulama açısından daha verimli olduğu bilindiğinden sulama gece 01.00 ile 06.00 saatleri arasında yapılmaktadır. Park toplam yirmi sekiz seksiyondan oluşmaktadır. Seksiyonlar kendi aralarında değişmeli olarak 8 dakika çalıştırılarak gerekli suyun yeşil alana eşit miktarda dağıtılması sağlanmaktadır. Araştırma alanı içerisinde konumlandığımız 40 mm/saat yağmurlama hızı olan sprej sprinkler kullanılmıştır. Sistemin başlık ve boru yerleşimi Şekil 1'de sunulmuştur. Yirmi sekiz seksiyona ayrılan sistemde seksiyonlar belirlenirken seksiyon debilerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Araştırma alanının günlük su tüketim miktarı 32,64 m³'tür (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 Şentepe Gündoğan Parkının sprej sprink debileri.

Seksiyon Numarası	Sprej Sprink Adet	Sprej Sprinklerin Debisi	m ³ /saat	Seksiyonun Günlük Su Tüketimi
1.	20	0,40	8,0	1,07
2.	22	0,40	8,8	1,17
3.	21	0,40	8,4	1,12
4.	20	0,40	8,0	1,07
5.	20	0,40	8,0	1,07
6.	20	0,40	8,0	1,07
7.	24	0,40	9,6	1,28
8.	24	0,40	9,6	1,28
9.	25	0,40	10,0	1,33
10.	25	0,40	10,0	1,33
11.	23	0,40	9,2	1,23
12.	21	0,40	8,4	1,12
13.	22	0,40	8,8	1,17
14.	24	0,40	9,6	1,28
15.	25	0,40	10,0	1,33
16.	20	0,40	8,0	1,07
17.	20	0,40	8,0	1,07
18.	20	0,40	8,0	1,07
19.	22	0,40	8,8	1,17
20.	20	0,40	8,0	1,07
21.	22	0,40	8,8	1,17
22.	25	0,40	10,0	1,33
23.	23	0,40	9,2	1,23
24.	20	0,40	8,0	1,07
25.	21	0,40	8,4	1,12
26.	21	0,40	8,4	1,12
27.	22	0,40	8,8	1,17
28.	20	0,40	8,0	1,07
Sulama Sisteminin Günlük Su Tüketimi				32,64 m³

Mahonya Parkının alan olarak diğer araştırma alanlarından küçük olması sebebiyle sulama gece 03.00 ile 05.00 saatleri arasında yapılmaktadır. Park, toplam yedi seksiyondan oluşmaktadır. Seksiyonlar kendi aralarında değişmeli olarak 10 dakika çalıştırılarak gerekli suyun yeşil alanlara eşit miktarda dağıtılmasını sağlanmaktadır. Alanının toprağının infiltrasyon hızının yüksek ve su tutma kapasitesinin düşük olması sebebiyle sulama süresi uzun tutulmuştur. Araştırma alanı içerisinde konumlandığımız 40 mm/saat yağmurlama hızı olan sprej sprinkler kullanılmıştır. Sistemin başlık ve boru yerleşimi Şekil A2'de sunulmuştur. Yedi seksiyona ayrılan sistemde seksiyonlar belirlenirken seksiyon debilerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Araştırma alanı günlük su tüketim miktarı 10,33 m³'tür (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Çayyolu Mahonya Parkı'nın sprej sprink debileri.

Seksiyon Numarası	Sprej Sprink Adet	Sprej Sprinklerin Debisi	m ³ /saat	Seksiyonun Günlük Su Tüketimi
1.	21	0,40	8,4	1,40
2.	22	0,40	8,8	1,47
3.	25	0,40	10,0	1,67
4.	25	0,40	10,0	1,67
5.	21	0,40	8,4	1,40
6.	20	0,40	8,0	1,33
7.	21	0,40	8,4	1,40
Sulama Sisteminin Günlük Su Tüketimi				10,33 m³

Abdurrahman Oğultürk Parkında ise, toprağın yüksek su tutma kapasitesine ve ağır bir bünyeye sahip olmasından dolayı, yeşil alanlar üzerinde göllenmeyi veya yüzey su akışını önlemek amacıyla yağmurlama hızı düşük olan rotor sprinkler tercih edilmiştir. Günün hemen tüm saatlerinde yoğun şekilde kullanıldığından ve güneşin etkinliğinin düşük olduğu saatlerin sulama açısından daha verimli olduğu bilindiğinden birinci sulama gece 23.00-03.30 ve ikinci sulama 04.00-08.00 saatleri arasında yapılmaktadır.

Park, toplam on sekiz seksiyondan oluşmaktadır. Seksiyonlar kendi aralarında değişmeli olarak 15 dakika çalıştırılarak gerekli suyun yeşil alanlara eşit miktarda dağıtılması sağlanmaktadır. Araştırma alanı içerisinde konumlandığımız 9 mm/saat yağmurlama hızı olan rotor sprinkler kullanılmıştır. Sistemin başlık ve boru yerleşimi Şekil A3'te sunulmuştur.

On sekiz seksiyona ayrılan sistemde seksiyonlar belirlenirken seksiyon debilerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Araştırma alanı günlük su tüketim miktarı 85,54 m³'dür (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın sulama sistemi debileri.

Seksiyon Numarası	Rotor Sprink Adet	Rotor Sprinklerin Debisi	m ³ /saat	Seksiyonun Günlük Su Tüketimi
1.	20	0,52	10,4	5,20
2.	18	0,52	9,4	4,68
3.	19	0,52	9,9	4,94
4.	20	0,52	10,4	5,20
5.	18	0,52	9,4	4,68
6.	18	0,52	9,4	4,68
7.	19	0,52	9,9	4,94
8.	20	0,52	10,4	5,20
9.	16	0,52	8,3	4,16
10.	17	0,52	8,8	4,42
11.	17	0,52	8,8	4,42
12.	18	0,52	9,4	4,68
13.	18	0,52	9,4	4,68
14.	19	0,52	9,9	4,94
15.	20	0,52	10,4	5,20
16.	20	0,52	10,4	5,20
17.	16	0,52	8,3	4,16
18.	16	0,52	8,3	4,16
Sulama Sisteminin Günlük Su Tüketimi				85,54 m³

Araştırma alanlarında kullanılan sulama malzemelerin detayları Şekil A7'de sunulmuştur.

4.6 BORU ÇAPLARININ BELİRLENMESİ

Ana hat boru çapının seçilmesi aşağıdaki ölçütlere göre yapılmıştır:

- Sprink debileri ve işletme basıncı
- En yüksek seksiyon debisi
- En uzaktaki seksiyon debisi
- En uzaktaki seksiyon ile motopomp arasındaki kot farkı
- Ana hat uzunluğu

Yukarıdaki beş madde göz önünde bulundurularak ana hat ve seksiyonda çapı en uygun ve ekonomik boru çapı kullanılmıştır.

Şentepe Gündoğan Parkının sulama sistemde; su gereksiniminin ve borunun taşıyacağı debi miktarının fazla olmasından dolayı ana borunun çapı büyük döşenmiş, alan içerisinde sulama sisteminin boru çapları ve miktarı Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 Şentepe Gündoğan Parkı’nın sulama sisteminde kullanılan borular ve miktarları.

Boru Tipi	Dış Çap (mm)	İç Çap (mm)	Debi (lt/dk)	Boru uzunlukları (m)
Ø 40/10 Sert Polietilen boru	40	25	26-40	1900
Ø 50/10 Sert Polietilen boru	50	30-35	40-78	500
Ø 63/10 Sert Polietilen boru	63	35-42	78-125	800
Ø 75/10 Sert Polietilen boru	75	42-45	125-150	650

Çayyolu Mahonya Parkının sulama sisteminde; su gereksiniminin ve borunun taşıyacağı debi miktarının az olmasından dolayı ana boru olarak Ø 63 sert polietilen boru döşenmiş, alan içerisinde suyun dağılımı ise Ø 40 sert polietilen boru ile dağıtım sağlanmıştır. Alan içerisinde sulama sistemin boru çapları ve miktarı Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Çayyolu Mahonya Parkı’nın sulama sisteminde kullanılan borular ve miktarları.

Boru Tipi	Dış Çap (mm)	İç Çap (mm)	Debi (lt/dk)	Boru uzunlukları (m)
Ø 40/10 Sert Polietilen boru	40	25	26-40	690
Ø 63/10 Sert Polietilen boru	63	35-42	78-125	528

Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkının seksiyondaki sistem debisinin yüksek olması ve ana hattın uzun olmasından dolayı ana boru olarak Ø 75 sert polietilen boru döşenmiş, alan içerisinde suyun dağılımı Ø 40, Ø 50, Ø 63 sert polietilen boru ile dağıtım sağlanmıştır. Alan uzunluğunun fazla olması ve iki parselden oluşmasından dolayı ana hattın çapı büyük tutulmuştur. Alan içerisinde sulama sistemin boru çapları ve miktarı Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11 Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın sulama sisteminde kullanılan borular ve miktarları.

Boru Tipi	Dış Çap (mm)	İç Çap (mm)	Debi (lt/dk)	Boru uzunlukları (m)
Ø 40/10 Sert Polietilen boru	40	25	26-40	480
Ø 50/10 Sert Polietilen boru	50	30-35	40-78	223
Ø 63/10 Sert Polietilen boru	63	35-42	78-125	227
Ø 75/10 Sert Polietilen boru	75	42-45	125-150	460

4.7 POMPA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

Araştırma alanlarında pompa seçiminde, en yüksek seksiyon debisi ve en uzak mesafedeki seksiyon ile pompa dairesi arasındaki kot farkı göz önüne alınarak motopomp seçimi yapılmıştır. Araştırma alanlarında kullanılan hidrofor, aynı tip seçilmiştir.

Araştırma alanlarının sulama sistemi için kullanılan pompa iki pompalı düşey milli frekans konvertörlü, her birinin debisi 0-10 m³/saat ve basıncı: 60-90 mss olan hidrofor kullanılmıştır.

4.8 DEPO HACMİNİN BELİRLENMESİ

Araştırma alanlarında daha uzun ömürlü olması bakımından ve paslanmayı önlemek amacıyla betonarme depo tercih edilmiştir. Araştırma alanlarının günlük su tüketim miktarı Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8'de belirtilmiştir. Depoların hacimleri herhangi bir su sıkıntısında alanın su ihtiyacını iki gün karşılayabilecek şekilde hesaplanmıştır.

Şentepe, Gündoğan Parkının günlük su tüketim miktarı 32,64 m³'tür. Depo hacmi, 32,64 x 2=65 ton olarak yapılmıştır.

Çayyolu, Mahonya Parkının günlük su tüketim miktarı 10,33 m³'tür. Depo hacmi, 10,33 x 2=21 ton olarak yapılmıştır.

Batıkent, Abdurrahman Oğultürk Parkının günlük su tüketim miktarı 85,54 m³'tür. Depo hacmi, 85,54 x 2=170 ton olarak yapılmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma; peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılacak sulama sisteminin belirlenmesi ve planlanabilmesi için, alana ait iklim, toprak özellikleri ile projede kullanılacak bitkisel materyalin yaklaşık su tüketiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmada; öncelikle sulama sistemleri ve ekipmanları konusunda bilgiler verilerek peyzaj alanlarında kullanılan basınçlı sulama yöntemleri ve planlanması ayrıntılı olarak incelenmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Ankara kentinde; farklı peyzaj alanlarına göre sulama uygulamalarındaki değişme şekli ve miktarı, karşılaştırma sonuçları ve seçim kriterleri analiz edilerek belirlenmiş, farklı peyzaj uygulamaları için farklı sulama yöntem, sistem ve teknikler incelenerek, sulama sistemlerinin farklı kullanım alanlarındaki tasarım, konstrüksiyon, işletme ve bakım yolları saptanmıştır.

Araştırma çalışmaları sonucunda yapılan irdelemeler iki ana başlık altında değerlendirilmiştir. Bunlardan ilki araştırma alanlarına yönelik sonuçlar, diğeri ise araştırma alanlarının sulama projelerinin ve sulama yöntemlerinin değerlendirilmesine yönelik önerilerdir.

5.1 ARAŞTIRMA ALANLARINA YÖNELİK SONUÇLAR

Araştırma, Ankara kenti Yenimahalle Belediye sınırları içerisinde üç farklı bölgede yapılmasındaki amaç, özellikle son yıllarda büyük kentlerdeki geniş çim yüzeylerinin su ihtiyaçlarının saptanması ve diğer peyzaj tasarımı ve otomatik sulama uygulama alanlarının karşılaştırılabilir yönlerini ortaya koymaktadır.

Araştırma alanlarında, alanlara ait veriler birbiriyle karşılaştırılabilir ölçütler olan arazi eğimi, coğrafi konum, büyüklük, parkın işlevselliği ve parktaki kullanımlardır. Araştırma alanlarına yönelik sonuçlar şöylece özetlenebilir;

- Şentepe Gündoğan Parkı'nın doğrudan rüzgâra maruz kalması sebebiyle, sulama projesinde yer alan sprink aralıkları rüzgârın etkisine göre planlanmış olup, bölgenin kuzeyinden gelen hâkim rüzgâr yönüne göre sprink başlıklarının su atma yönü dikkate alınmıştır.
- Çayyolu Mahonya Parkı'nın toprak yapısı su tutma kapasitesi bakımından diğer iki araştırma alanlarından yüksek değerde olduğundan, ayrıca alan büyük boylu ibrelî, yapraklı ağaçlar barındırdığından su kaybının en az olacağı varsayımı ile aylara bağlı olarak sulama süresi de en az olacak şekilde planlanmıştır.
- Çayyolu Mahonya Parkı'nın spreylî sprink başlıklarındaki meme başlıklarının mm'lik çapı küçük tercih edilmiştir. Bu sayede su kaybı en aza indirilerek uygun su miktarının bitkilere verilmesi sağlanmıştır.
- Batıkent, Abdurrahman Oğultürk Parkı'nın toprak yapısının geçirgenliği oldukça düşüktür. Ağır bünyeli olduğu dikkati çekmektedir. Bu bakımdan, toprak yüzeyine düşen suyun alt toprağa geçişi yavaş bir şekilde olacaktır. Normal bir toprağın geçirgenliğinin ortalama 8 mm/saat olduğundan, Gündoğan ve Mahonya Parkı'nın toprak değerleri ortalamadan oldukça düşüktür. Bu nedenle, toprağın öncelikle bitkilendirmeye geçilmeden önce organik madde ve kum ile ıslah edilerek toprağın bitki dikimine ve sulamaya uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde sulama sistemi aracılığıyla ya da yağışlarla toprağa ulaşan su, toprak içine girmeden yüzeysel akışa geçecektir.
- Batıkent Abdurrahman Oğultürk Park'ında bulunan toprağın, su geçirgenliğinin ortalamadan düşük değerde olması sebebiyle sprinklerin yağmurlama hızı seçimi, Çayyolu Mahonya Parkı ve Şentepe Gündoğan Parkı'nın sulama projelerinden farklılık göstermektedir. Bu farklılık, planlanan sulama projesinde sprink aralıklarını konumlandırırken sık bir şekilde yerleştirilmemesidir.
- Batıkent Abdurrahman Oğultürk Park'ında çalı formunda bitkisel düzenlemenin tercih edilmesi, çim alana düşen güneş ışığı miktarının da fazla olmasına sebep olacaktır.
- Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı, Çayyolu Mahonya Parkı için planlanan süreden daha fazla saat sulama yapılması uygun görülmüştür. Ancak, toprak yapısının killi olması sebebiyle, sulamanın uygun zaman aralığında tutulması da çim alanlarda fazla su miktarı dolayısıyla ortaya çıkabilecek hastalıklar açısından göz önünde bulundurulacaktır.

- Araştırma alanlarının birbirlerinden farklı özelliklere sahip olmasından dolayı uygulanan sulama tekniği farklılık göstermektedir. Bu farklılar; Şentepe Gündoğan Park'ında hâkim rüzgâr yönü yağmurlama başlıklarının suyun dağıtımını etkilediği gibi yağmurlama hızının da süreç içerisinde rüzgâr hızına ve yönüne göre değişmesine neden olmaktadır. Bu yüzden başlıkları konumlandırırken kuzey yönünden gelen rüzgar düşünülerek başlık aralıkları sabit tutulmayıp aralıklı konumlandırılmıştır.
- Batıkent Abdurrahman Oğultürk Parkı ve Çayyolu Mahonya Parkı'nda ise, toprağın su tutma kapasitesinin yüksek değerde ve ağır bünyeli bir yapıya sahip olmasından dolayı, yeşil alanlar üzerinde göllenme veya su akışını önlemek amacıyla yağmurlama hızı düşük olan rotor sprinkler tercih edilerek ve sulama süreleri aylara bağlı olarak ortalama üç dakikaya ayarlanmıştır.
- Araştırma alanlarında sulama sisteminin seçiminde, alanların peyzaj projelerinde yer alan geniş çim alanlar dikkate alınarak, alanın yüksek su ihtiyacını en pratik ve verimli şekilde karşılamak amacıyla yağmurlama sulama sistemi tercih edilmiştir. Araştırma alanların bakımının Yenimahalle Belediye'sine ait olması ve Ankara kentinde su sorununun bulunmasından dolayı, sulanmasında en doğru ve pratik yöntemin yağmurlama sulama sistemi olduğunu desteklemektedir.

Çim alanları oluşturulmadan sulamaya ilişkin tüm alt yapı çalışmalarının tamamlanması ve drene edilecek suyun bertarafının sağlanması amacıyla otomatik sulama sistemlerin kullanılması gerekmektedir.

5.2 ARAŞTIRMA ALANLARININ SULAMA PROJELERİNİN VE SULAMA YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER

- **Uygun ekolojik koşullarda çim alanları ortalama ekonomik ömrünü uzatmak mümkündür. Bu bağlamda, suyun doğru zamanlama ve miktarda kullanılması halinde çim alanların ekonomik ömrü uzatılabilir.** Bakım çalışmaları içinde çok önemli bir yer tutan sulama çalışmalarının pek çok bileşeni bulunmaktadır. Bunlardan dikkate alınması gereken faktörler; arazi yapısı, topografyası, eğim değerleri, çevre kullanımları, bitkisel örtü, gibi pek çok etmen de bulunmaktadır. Bunlarda en önemli ve en yaygın kullanılan suni gübreleme işlemidir. Otomatik sulama sistemiyle birlikte, çim

alanlara eşit bir şekilde besin maddesi kazandırılarak, çim alanların ortalama ekonomik ömrü uzatılmış olur.

- **Su kaynakları sınırlı olan ülkemizde bu kaynakların dağılımı eşit değil, yağışlar düzensiz ve nüfus artış hızı ise yüksektir. Bu nedenlerle suyu ekonomik, yüksek verim alacak bir biçimde ve düzenli kullanmak gerekir.** Bu sayede var olan ekolojik dengenin korunması da sağlanmış olacaktır. Alınacak önlemler ile aşırı su kullanımından kaçınılmalı, su kirlenmeleri önlenmeli, sulama sistemlerinde işletme ve bakım açısından mevcut durum iyileştirilmelidir. Sulama sistemleri geliştirilmeli, sulamada daha ekonomik su kullanımı olan yağmurlama ve damlama sulama yöntemlerine öncelik verilmelidir.
- **Suyun sürdürülebilir kullanımına yönelik en önemli göstergelerinden biri de sulama alt yapısının çok iyi hazırlanmasıdır.** Sulama suyunun gereğinden az verilmesi bir başka ifadeyle yetersiz sulama elde edilecek verimi azaltarak bitki üzerinde zarara neden olur. Bir ülkede yer alan kentsel yeşil alanlar ile uygun bir biçimde yönetilen su kaynaklarının varlığı, ülkenin ekonomik kalkınmasının ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir. Kentsel yeşil alanlarda suyun sürdürülebilir kullanımına yönelik politikalar geliştirilmelidir.

Araştırma alanları örneklemesinden yola çıkılarak, Ankara kentinde sulama projelerinin ve sulama yöntemlerinin belirlenmesindeki arazilerdeki genel hedefler ana hatlarıyla şunlar olmalıdır:

- Bölgenin iklim değerleri etüt edilmeli,
- Mevcut topografyası incelenmeli,
- Toprak yapısı analiz edilmeli,
- Bitki örtüsü belirlenerek plana aktarılmalı,
- Bitişik olarak yer alan çevre kullanımları çok iyi analiz edilmeli,
- Yer altı su seviyesi saptanmalı,
- Mevcut yapısal elemanlar ve bunların kapladıkları sert zemin yüzeyleri alansal olarak belirlenmeli,
- Sulamada kullanılacak olan su kaynağının teminine ilişkin su rezervuarı (dere, gölet, baraj, sulama havuzu, yer suyu vb. su kaynağı) çalışması yapılmalıdır.

Sonuç olarak; yeşil alanların tasarım ve planlanması için, sulama tekniğinin değişim gösterdiği ve ayrıca peyzaj alanlarında yer alan öğelerin ve coğrafik özelliklerin sulama sisteminin seçimini değişik oranlarda etkilediği görölmektedir. Peyzaj uygulamalarında yapılacak olan otomatik sulama sistemlerinin yukarıdaki maddelere göre düşünölməsi gerekmektedir. Peyzaj alanlarının sulama projelerinin yapımı aşamasında; bu özelliklerin düşünölerek tasarlanması, suyun sürdürülebilir kullanımına yönelik politikaları ve yeşil alanların ekonomik ömürlerinin de uzamasını beraberinde getireceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Anon.** (1997) Hunter Irrigation Products Catalog, California, 44 s.
- Anon.** (1998) Rainbird Lanscape Irrigation Products, Madrid, 112 s.
- Aşılloğlu F** (2005) Peyzaj Mimarlığı Açısından Rekreatif ve Sportif Amaçlı Yeşil Alanlarda Sulamanın Önemi ve Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Ankara, 150 s.
- Demirel K** (2005) Peyzaj Projelerinde Kullanılan Farklı Yağmurlama Sulama Başlıklarının Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Çanakkale, 138 s.
- Erakın A** (2000) Peyzaj Planlama Çalışmalarında Kullanılan Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, İzmir 98 s.
- Erdoğan O** (2002) Kocaeli İli Sahil Düzenlemesinin Sulama Sistemi Projelendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, İstanbul, 55 s.
- Güngör Y** (2005) *Otomatik Sulama Sistemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443, Ders Kitabı: 424, Ankara, 77 s.
- Güngör Y ve Yıldırım O** (1989) *Tarla Sulama Sistemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1 155, Ankara, 68 s.
- Haroğlu R** (2002) Peyzaj Uygulamalarında Sulama Sistemi Seçimi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Ankara, 45 s.
- Hakören F** (1996) *Sulama Planlama ve Projelenme İlkeleri*. Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Akdeniz Üniversitesi Yayını, No:67 Antalya, 14 s.
- Hatat M** (1999) *Bahçivanın El Kitabı*. Ankara Büyükşehir Belediyesi Yayını, Ankara 17 s.
- Omay E** (1978) *Zirai Sulama*. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Tarsus Toprak Su Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:71, Mersin 23 s.
- Özden MA** (1993) Peyzaj Çalışmalarında Farklı Sulama Tekniklerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Ankara, 138 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Öztañ Y** (1968) *Ankara Şehri ve Çevresi Yeşil Saha Sisteminin Peyzaj Mimarisi Prensipleri Yönünden Etüd ve Tayini*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 334, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Ankara, 171 s.
- Sarıkoç E** (2007) Peyzaj Alanlarında Kullanılan Sulama Yöntemleri ve Bitki Su Tüketim Modellerinin Türkiye'nin Üç Farklı İklim Bölgesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 55 s.
- Seçkin Ö ve Çelik H** (2003) *Sulamaya Giriş*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4421, Orman Fakültesi Yayın No: 472, İstanbul s:55
- Şahinler Ç** (1997) Peyzaj Sulama Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, s:34.
- Seçkin Ö** (1998) *Peyzaj Uygulama Tekniğı*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4105, Orman Fakültesi Yayın No: 453, İstanbul 221 s.
- Tanrıverdi F** (1987) *Peyzaj Mimarlığı Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 643, Erzurum, 367 s.
- Tatlıdil H** (1991) *Yağmurlama Sulama Tekniğinin Yayılması ve Benimsenmesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:71 Ankara,72 s.
- Tenn M** (1997) *How To Design and Build A Sprinkler System. A Complete Guide For The Do-It-Yourselfer, Irrigation IP Publishing Milwaukie, USA, p:65*
- Türüdü Ö** (2004) *Toprak Bilgisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Yayın No:56 Trabzon, s:78
- Uçan K** (1998) Yağmurlama Sulama Sistemi ve Diğer Sulama Sistemlerini Karşılaştırılması. Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 15-22 s.
- URL-1** (2009) <http://www.acsulama.com/default.as> (sulama malzemeleri) 15 Temmuz 2009.
- URL-2** (2009) <http://www.hunterindustries.com/> (springler) 15 Temmuz 2009.
- URL-3** (2009) <http://www.rainbird.com.tr/15-6179-Belediye-Sulama.php> (Yağmurlama sulama tipleri) 15 Temmuz 2009.
- URL-4** (2009) <http://www.rainbird.com.tr/15-6179-Belediye-Sulama.php> (Yağmurlama sulama tipleri) 15 Temmuz 2009.
- URL-5** (2009) <http://www.rainbird.com.tr/15-6325-Fichproduit.php> (Rotor Tipleri) 15 Temmuz 2009.

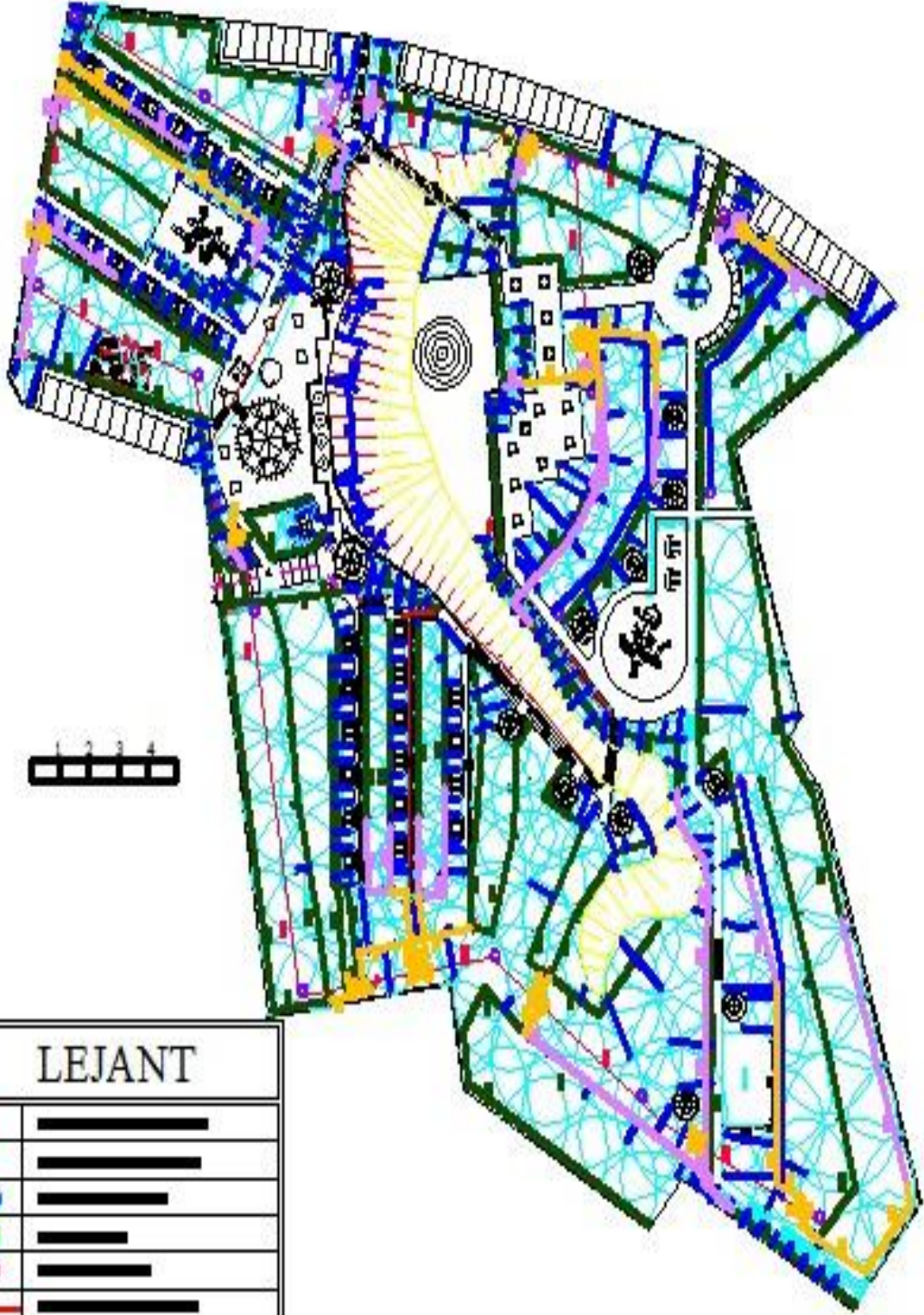
KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-6** (2009) <http://www.cimenci.com/images/sulama-sistemleri.jpg> (sulama sistemleri anlatımı) 15 Temmuz 2009.
- URL-7** (2009) <http://www.cimenci.com/images/sulama-sistemleri.jpg> (sulama sistemleri anlatımı) 15 Temmuz 2009.
- URL-8** (2009) http://www.istanbulrulocim.com/rulo_cim/otomatik_sulama (yeşil alanların otomatik sulama yöntemleri) 22 Temmuz 2009.
- URL-9** (2009) <http://www.peyzaj.gen.tr/otomatik-sulama-sistemi> (yeşil alanların otomatik sulama yöntemleri) 15 Temmuz 2009.
- URL-10** (2009) <http://www.cipsancerasus.com/Nelsonturfproduct.htm> (sulama malzemeleri) (22 Temmuz 2009).
- URL-11** (2009) <http://www.rainbird.com.tr/15-6178-Konutsal-Sulama.php> (Konut sulama yöntemleri) 22 Temmuz 2009.
- URL-12** (2009) <http://www.meteor.gov.tr/pdf> (Ankara ili yıllık sıcaklık verileri) 15 Temmuz 2009.
- URL-13** (2009) <http://www.meteor.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik> (Ankara ili yıllık sıcaklık verileri) 15 Temmuz 2009.
- Uzun G** (1992) *Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi 20:12-18, Adana.
- Yazgan E** (1993) *Bitki Tanıma ve Değerlendirme*. III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Ders Notları (basılmamış), Ankara, 18 s.
- Yazgan M, Dilaver Z ve Edik G** (2003) *Çim Alanlar*. Saksılı Süs Bitkileri Üreticileri Derneği Yayını No:2, Ankara, 95 s.
- Yıldırım M** (2004) Çim Alanların Sürekliliği İçin Sulama Sistemlerinin Kurallarına Uygun Olarak Projelenmesi. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 2: 105-109 s.
- Yıldırım M** (2003) Rekreasyon Alanı Sulama Sistemlerinde Uygulaması Gerekli Kurallar, 2. *Ulusal Sulama Kongresi*, TMMOB Peyzaj Mimarlığı Dergisi, Ankara, s:12-15
- Yıldırım O** (1993) *Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ziraat Fakültesi Yayını, No:1281, Ankara, s: 43-44
- Yıldırım O** (1994) Çim Alanların Sulanması. *Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 2, Ankara, 16-46 s.

Yıldırım O (2003) *Sulama Sistemlerinin Tasarımı*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Yayın No: 1536, Ankara, 348 s.

Yıldız K, Benli Y.T. ve Tam T (1997) Edok Sitesinin Çim Alanlarının Yağmurlama Sulama Sistemi İle Sprinklerin Yerleştirilmesi Ve Düzenlenmesi. Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara, 17 s.

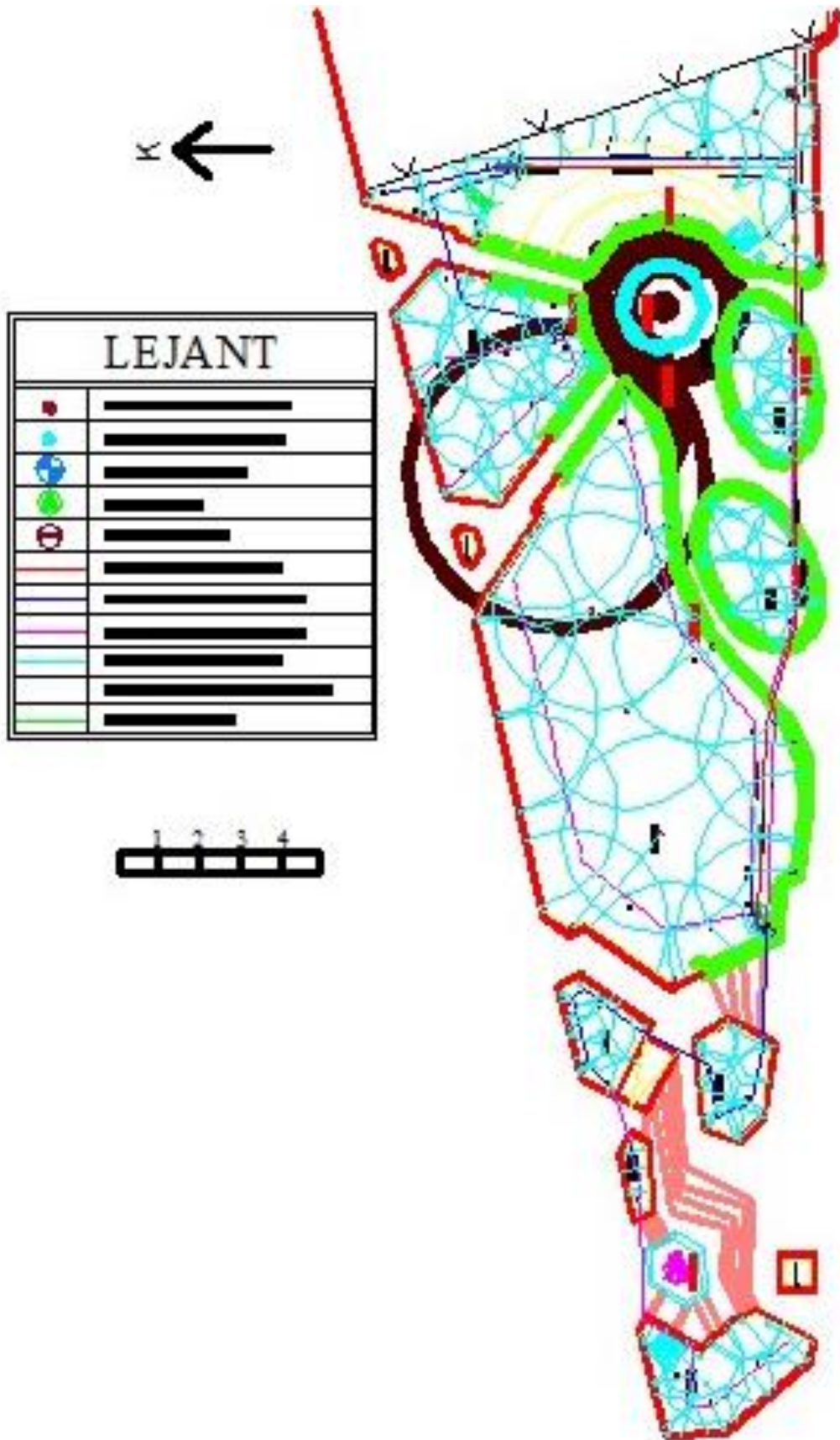
EK AÇIKLAMALAR A
ARAŞTIRMA ALANLARININ BİTKİSEL TASARIM VE SULAMA PROJELERİ



LEJANT	
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████
	██████████

Şekil A1 Şentepe Gündoğlan Parkı Sulama Projesi



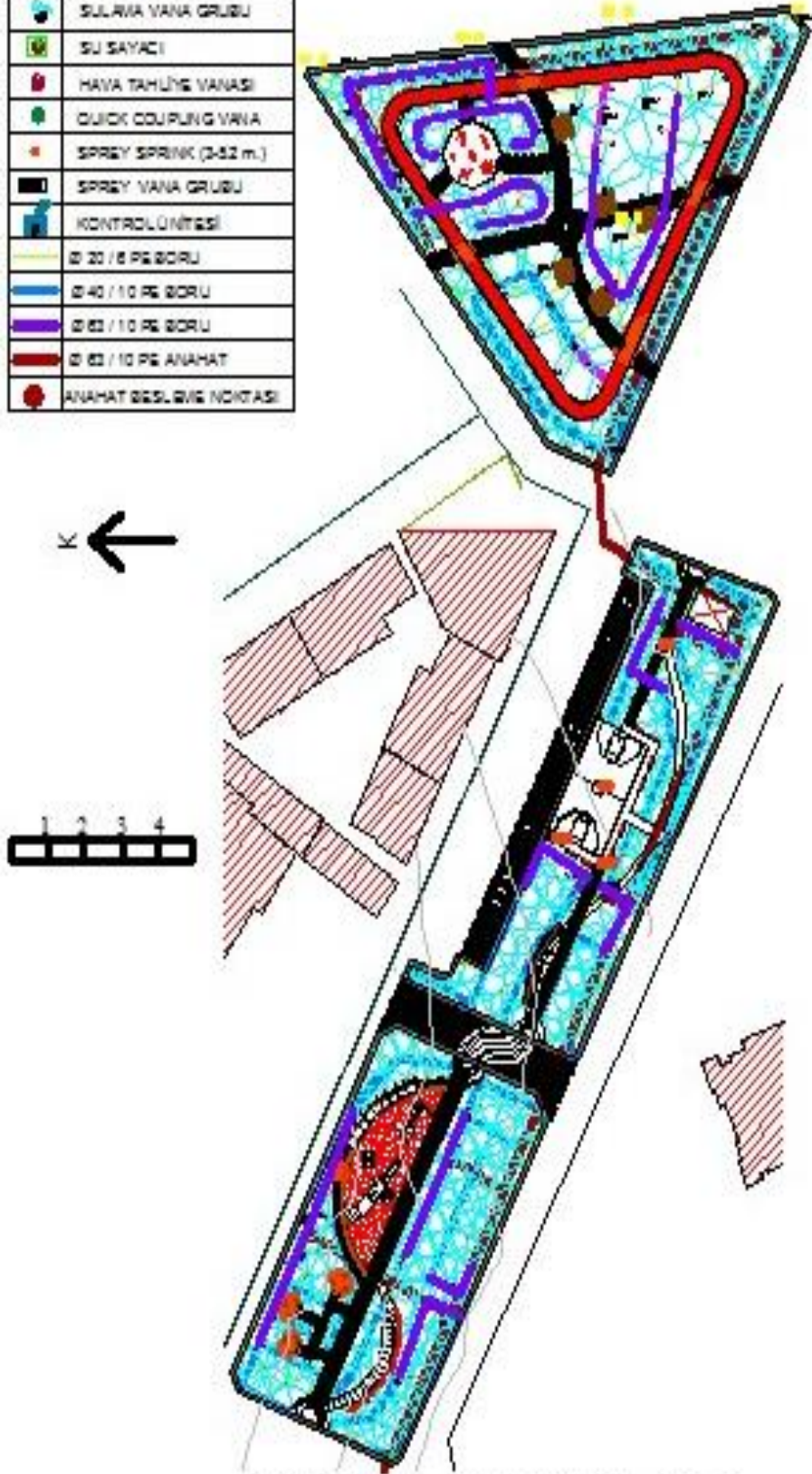


Şekil A3 Mahonya Parkı Sulama Projesi

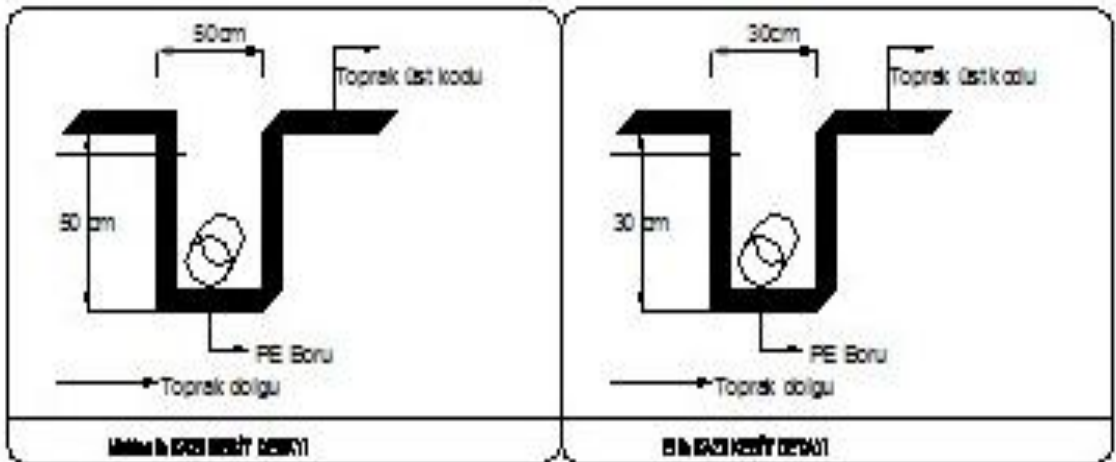
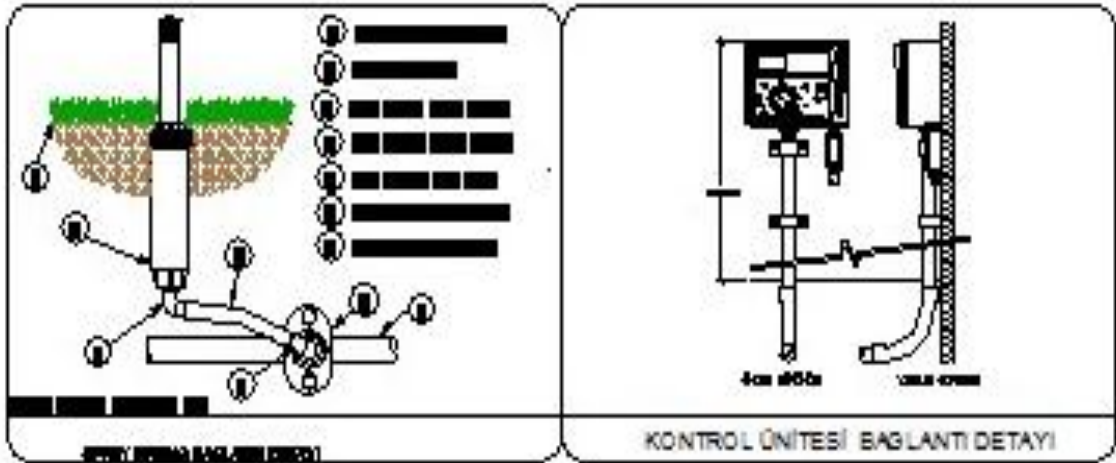
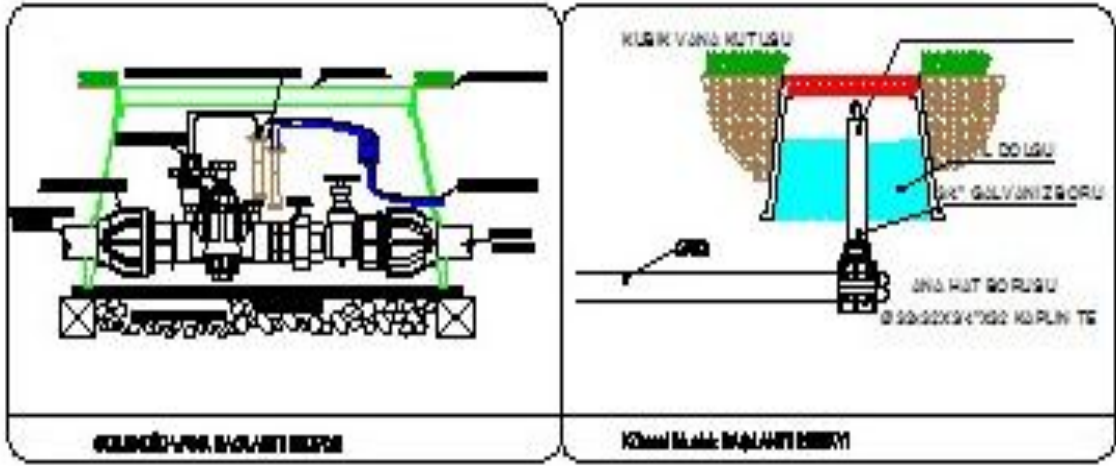


Şekil A4 Mahonya Parkı Bitkisel Projesi

LEJANT	
	ANAHAT KESİME VANASI
	SULAMA VANASI GRUBU
	SU SAYACI
	HAVA TAHLİNE VANASI
	QUICK COUPLING VANASI
	SPREY SPRINK (2-32 m.)
	SPREY VANASI GRUBU
	KONTROL ÜNİTESİ
	Ø 20 / 8 PE BORU
	Ø 40 / 10 PE BORU
	Ø 63 / 10 PE BORU
	Ø 63 / 10 PE ANAHAT
	ANAHAT BİSLİME NOKTASI



Şekil A.5 Abdurrahman Ögütürk Parkı Sulama Projesi



Şekil A7 Sulama Detayları

ÖZGEÇMİŞ

Cem Küçüksayan, 1985 yılında Ankara’da doğdu, ilköğretimini Afşim Bey İlköğretim okulunda, ortaöğretimini Ostim İlköğretim okulunu bitirdi. Liseyi Ankara Dr.Binnaz Rıdvan Ege Anadolu Lisesi (yabancı dil ağırlıklı lisede) bölümünden mezun olduktan sonra 2003 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde lisans eğitimine başladı. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nden 2007 yılında 3.21 diploma notu öğrenimini başarı ile tamamlayarak Peyzaj Mimarı unvanını aldı. Halen, 2007 yılında başladığı Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Ankent Sitesi Başkent Bulvarı 70/69 Batıkent
Yenimahalle/ANKARA

Tel: (312) 385 06 94

E-posta: cemksayan@hotmail.com